

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program B2341- Strojírenství

Materiály a technologie
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

**Optimalizace konstrukce forem zadního vstřikování, pro
stabilitu procesu s eliminací optických vad dílů**

**Optimization design of back injection molds, for the stability of the
process and elimination optical defects of parts**

Miroslav Bárta

KSP – TP – B

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Ausperger, Ph.D. - TU v Liberci

Konzultant bakalářské práce: Ing. Milan Vojtěch - Grupo Antolin Turnov

Rozsah práce:

Počet stran 52

Počet tabulek 3

Počet obrázků 33

Datum: 3.1.2014

ANOTACE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie

Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: B2341 – Strojírenství

Student: Miroslav Bárta

Téma práce: Optimalizace konstrukce forem zadního vstřikování, pro stabilitu procesu s eliminací optických vad dílů.

Optimization design of back injection molds, for stability of the process and elimination optical defects of parts.

Číslo BP: KSP-TP-B

Vedoucí BP: Ing. Aleš Ausperger, Ph.D. - TU v Liberci

Konzultant BP: Ing. Milan Vojtěch - Grupo Antolin Turnov

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá analýzou problematických forem zadního vstřikování a dekorů. Navrhuje možnosti řešení dané problematiky, pro eliminaci optických vad, aplikuje vybrané řešení do forem, vyhodnocuje přínosy.

Abstract: The bachelor thesis deals with analysis of problematic back injection molds and decors. Suggests options for solving the issue, to eliminate optical defects, application of selected solutions into molds and evaluates benefits.

Místopřísežné prohlášení:

Místopřísežné prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 3. ledna 2014

.....
Miroslav Bárta
Budovatelů 3153/32
466 01 Jablonec nad Nisou

Poděkování

Na začátku bakalářské práce bych rád touto cestou poděkoval firmě Grupo Antolin Turnov, za ochotu a poskytnutí všech potřebných prostředků k vypracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, Ing. Alešovi Auspergerovi a konzultantovi Ing. Milanovi Vojtěchovi za poskytnutí odborných rad a pomoc s vypracováním této bakalářské práce.

Obsah

1	ÚVOD	6
2	TEORETICKÁ ČÁST	7
2.1	Konvenční vstřikování plastů	7
2.2	Zadní vstřikování plastů	9
2.2.1	Optické vady	14
2.2.2	Dekory	15
2.3	Tečení	17
2.3.1	Spirálová zkouška zabíhavosti tavenin polymerů	18
2.3.2	Tečení v konvenční vstřikovací formě	19
2.3.3	Tečení ve formě zadního vstřikování	20
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	22
3.1	A sloupek Škoda Superb B6 SK461	23
3.1.1	Konstrukce čelistí	23
3.1.2	Nedostatečná tuhost nástroje	25
3.2	B sloupek Škoda Superb B6 SK461	28
3.2.1	Konstrukce čelistí	29
3.2.2	Zastaralá koncepce napínání dekoru	29
3.2.3	Samostatné chlazení přímých plnicích trysek	32
3.3	C sloupek - limuzína Škoda Superb B6 SK461	32
3.3.1	Protékání plastu skrze dekor	33
3.3.2	Únik hydraulického oleje	34
3.4	Dekory	35
3.4.1	Testy tahem	35
3.4.2	Test vstřikování ve spirálové formě	37
3.4.3	Defekty pomerančového povrchu a vrásek	37
4	ROZBOR ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ	41
4.1	A sloupek Škoda Superb B6 SK461	41
4.2	B sloupek Škoda Superb B6 SK461	43
4.3	C sloupek - limuzína Škoda Superb B6 SK461	46
5	ZÁVĚR	48
	LITERATURA	50

1 ÚVOD

Mezinárodní firma Grupo Antolin působící na poli automobilového průmyslu se zabývá výrobou interiérových dílů jako stropních nosičů, dveřních výplní a sedačkových systémů.

Technologie zadního vstřikování rozšiřuje konvenční vstřikování plastů o zakládání dekoru do formy, kde navíc vznikají nejrůznější problémy forem, nastavení parametrů stroje a optické vady dílů. V Turnovském závodě se technologie využívá pro výrobu interiérových sloupků prestižních modelů automobilů z důvodu získání lepších optických vlastností vyráběných dílů. Z uplatnění technologie vyplývá, jako například pro A sloupek automobilu, že zde panují velmi vysoké nároky na optickou kvalitu dílů. Dále protože se zmetky ze zadního vstřikování nedají recyklovat, dává důvod pro zrod bakalářské práce. Hlavním úkolem práce je eliminovat optické vady na vyráběných dílech A B C sloupků Škody Superb B6 SK461, převážně prostřednictvím konstrukčních optimalizací forem s cílem také stabilizovat problematické procesy s maximální povolenou dlouhodobě sledovanou zmetkovitostí produkce do 5%.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Konvenční vstřikování plastů

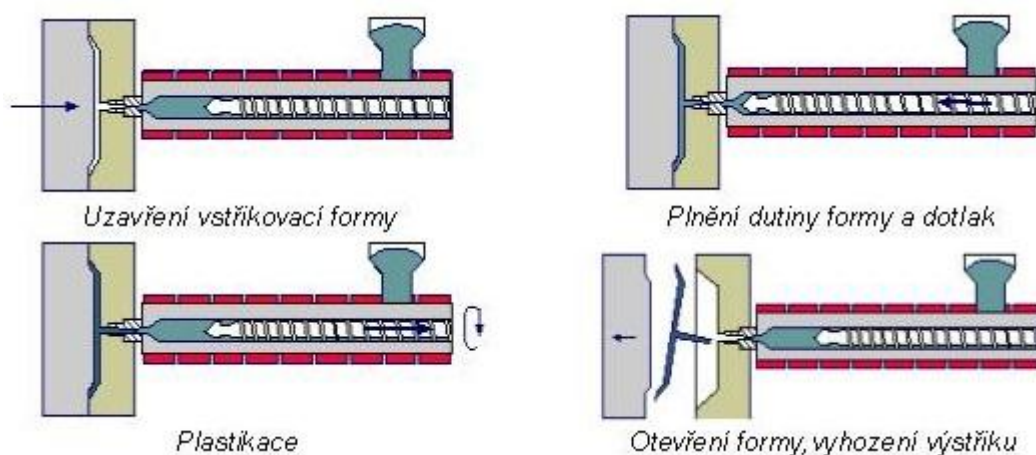
Vstřikování plastů se řadí mezi tvářecí technologie a zároveň je nejrozšířenější technologií na zpracování plastů, je to proces diskontinuální, cyklický. Vstřikováním lze zpracovávat téměř všechny druhy termoplastů. V omezené míře se vstřikují i některé reaktoplasty a kaučuky. Výrobky zhotovené vstřikováním se vyznačují velmi dobrou rozměrovou i tvarovou přesností a vysokou reprodukovatelností mechanických a fyzikálních vlastností [1].

Vstřikování je způsob tváření plastů, při kterém je dávka zpracovávaného materiálu z pomocné tlakové komory vstříknuta velkou rychlostí do uzavřené dutiny kovové formy, kde ztuhne ve finální výrobek. Tlaková komora je součástí vstřikovacího stroje a zásoba vstřikovaného materiálu se v ní stále doplňuje během cyklu. Výhody vstřikování jsou krátký čas cyklu, schopnost vyrábět složité součásti s dobrými tolerancemi rozměrů a velmi dobrou povrchovou úpravou, ale i konstrukční flexibilita, která umožňuje odstranění konečných úprav povrchu a montážních operací. Hlavní nevýhodou v porovnání s ostatními metodami zpracování plastů jsou vysoké investiční náklady, dlouhé doby nutné pro výrobu forem a potřeba používat strojní zařízení, které je neúměrně velké v porovnání s vyráběným dílem [1].

Postup vstřikování je následující: plast v podobě granulí je nasypán do násypky, z níž je odebírán pracovní částí vstřikovacího stroje (šnekem, pístem), která hmotu dopravuje do tavicí komory, kde za současného účinku tření a topení plast taje a vzniká tavenina. Tavenina je následně vstřikována do dutiny formy, kterou zcela zaplní a zaujme její tvar. Následuje tlaková fáze pro snížení smrštění a rozměrových změn. Plast předává formě teplo a ochlazením ztuhne ve finální výrobek. Potom se forma otevře a výrobek je vyhozen a celý cyklus se opakuje (Obr. 2.1) [1].

Na počátku vstřikovacího cyklu je dutina formy prázdná a forma je otevřená. Po dotlaku začíná plastikace nové dávky plastu. Šnek se začne

otáčet, pod násypkou nabírá granulovanou hmotu, plastikuje ji a vtlačuje do prostoru před čelem šneku. Současně ustupuje dozadu, přičemž musí překonávat tzv. protitlak neboli zpětný tlak. Výška protitlaku ovlivňuje dobu plastikace a tím i kvalitu prohnětení roztaveného plastu. Příliš vysoký protitlak by však mohl způsobit až degradaci plastu. Ohřev plastu během plastikace se děje jednak převodem tepla ze stěn válce, jednak frikčním teplem, které vzniká třením plastu o stěny komory a o povrch šneku a dále přeměnou hnětací práce šneku v teplo. Během pokračujícího chlazení tlak ve formě dále klesá až na hodnotu zbytkového tlaku, což je tlak, pod nímž se hmota nachází ve formě těsně před jejím otevřením. Příliš vysoký zbytkový tlak je příčinou vysokých vnitřních pnutí ve výstřicích, které u křehkých hmot mohou způsobovat až samovolné praskání výstřiku. Zbytkový tlak lze snížit buď zkrácením doby dotlaku anebo programovaným průběhem tlaku během dotlaku. Po dokonalém zchladnutí výstřiku se forma otevře a výstřik se vyhodí z formy [1].



Obr. 2.1: Vstřikovací cyklus [1]

Formy pro zpracování musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výrobky o přesných rozměrech, musí umožnit snadné vyjmutí výrobku a musí pracovat automaticky po celou dobu své životnosti, která je zpravidla v automobilovém průmyslu v průměru okolo 5 let. Jejich konstrukce a výroba je náročná na odborné znalosti, ale i na finanční náklady. Volba materiálu formy závisí na druhu zpracovávaného plastu, na použité technologii, na velikosti výrobku a jeho složitosti, na velikosti série, na tepelné odolnosti a odolnosti proti opotřebení a korozi, na ceně, apod.

Důležitým faktorem životnosti formy je provedené tepelné zpracování na tvarových částech nástroje. Dalším důležitým úkolem při konstrukci forem je stanovení rozměrů a výrobních tolerancí tvarových částí. Pro určení a výpočet těchto rozměrů jsou rozhodující smrštění, tolerance jednotlivých rozměrů výlisku a opotřebení činných částí nástroje. Nejdůležitější je však smrštění zpracovávaného dílu. Vstřikovací forma se skládá z dílů, vymezujících tvarovou dutinu formy, z chladicího (temperačního) systému, z vtokového systému, z vyhazovacího systému a z upínacích a vodicích elementů. Jednotlivé části vstřikovacích forem lze rozdělit do dvou skupin na části konstrukční a na části funkční. Konstrukční části zabezpečují správnou činnost nástroje a funkční části se stýkají s tvářeným materiálem a udělují mu požadovaný tvar. Při vstřikování termoplastů má druh a umístění vtoku podstatný vliv na proudění taveniny ve formě, vytváření tzv. studených spojů, orientaci makromolekul a plniva, rovnoměrnost krystalizace, anizotropii vlastností a rozměrů, povrchový vzhled, apod. Vtok má být zásadně řešen tak, aby tavenina naplnila formu nejkratší cestou bez velkých teplotních a tlakových ztrát, co nejrychleji a pokud možno všude ve stejném čase [1].

Odvzdušnění tvarové dutiny u vstřikovacích forem je velmi důležité, protože doba vstřiku je velmi krátká a mohlo by dojít k nedokonalému vyplnění tvarové dutiny taveninou plastu, k nebezpečnému zvýšení tlaku, k poklesu pevnosti v místech studených spojů nebo k tzv. diesel efektu, kdy může dojít až ke spálení materiálu. Proto je nutné zajistit intenzivní odvod vzduchu z tvarové dutiny formy, a to nejenom netěsnostmi v dělicí rovině, ale i konstrukcí odvzdušňovacích kanálků, které však nesmějí být příčinou vzniku otřepů na výrobku. Odvzdušnění má být provedeno v dělicí rovině na protilehlém místě vtoku. Na dostatečné odvzdušnění formy má vliv umístění vtoku, způsob zaformování výstřiku, umístění vyhazovačů, přítomnost tvarových vložek, apod [1].

2.2 Zadní vstřikování plastů

Technologie zadního vstřikování vychází z konvenčního vstřikování plastů, rozšířená o zakládání dekoru do formy před samotným vstřikovacím procesem. Doposud pro tuto technologii neexistuje odborná literatura. Avšak

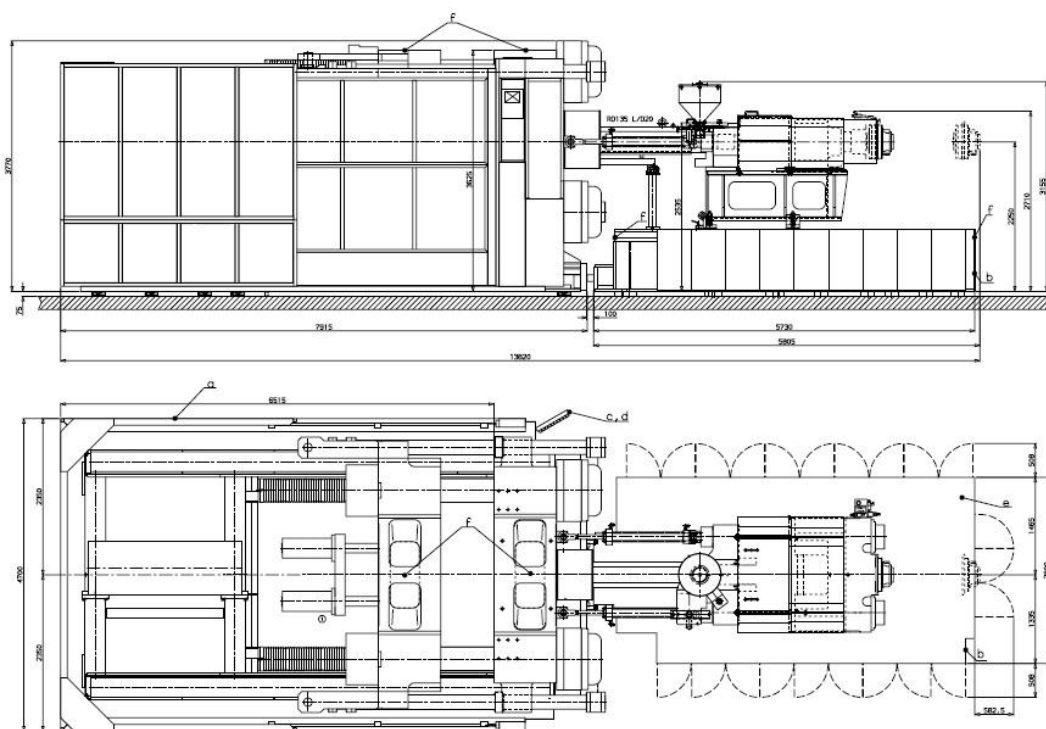
používá se literatura pro konvenční vstřikování, protože technologie mají mnoho společného.

Vstřikovací stroj (Obr. 2.2) se používá stejný jako pro konvenční vstřikování, pouze s rozdíly na robotu a skládá se ze vstřikovací jednotky, uzavírací jednotky z řízení a regulace. Každý výrobce vstřikovacích strojů je schopen vybavit vstřikovací stroj tak, aby plnil funkci částečně nebo plně automatizovaného pracoviště, tj. dovybavit stroj manipulátory, roboty, temperačním zařízením, dávkovacím a mísícím zařízením, sušárnami, dopravníky pro výrobky a vtoky, mlýny, atd. Vstřikovací proces probíhá na moderních strojích většinou plně automaticky, takže se dosahuje vysoké produktivity práce. Pořizovací cena strojního zařízení i vstřikovací formy je však značně vysoká. Technologie je proto vhodná pro velkosériovou a hromadnou výrobu [1].

Vstřikovací jednotka plní dva hlavní úkoly: přeměňuje granulát plastu na homogenní taveninu o dané viskozitě, vstřikuje taveninu vysokou rychlostí a velkým tlakem do dutiny formy. První vstřikovací jednotky, které byly použity pro vstřikování plastů již na konci minulého století, byly jednotky pístové. Jejich princip byl převzat z lití roztavených kovů pod tlakem. Udržely se až do poloviny 20. století, kdy byly postupně zcela vytlačeny jednotkami šnekovými. Dnes se používají jen výjimečně. Rozdíl obou typů strojů je dán konstrukcí tavicí komory. Jejím úkolem je převést do plastického stavu v co nejkratší době co největší množství hmoty a zajistit maximální teplotní homogenitu taveniny. Pohyb plastu v komoře je u pístových strojů zajišťován pístem, u šnekových šnekem. Konstrukcí šnekových vstřikovacích strojů byly s úspěchem vyřešeny všechny hlavní nedostatky pístových strojů [1].

Činnost šnekového stroje je následující: Při plastikaci se šnek otáčí a v hrdle násypky nabírá granulovaný plast, který stlačuje a dopravuje jej do vytápěných částí tavicí komory, kde materiál taje a jako tavenina se hromadí před čelem šneku a šnek během otáčení ustupuje dozadu. Po zplastikování potřebného množství plastu se otáčivý pohyb šneku zastaví a šnek se bez otáčení pohybuje dopředu jako píst a vstřikuje taveninu do dutiny formy. Jelikož plastikace nové dávky plastu může probíhat ještě ve fázi chlazení výstřiku ve formě, je výrobní cyklus kratší oproti pístovým strojům. K dalším

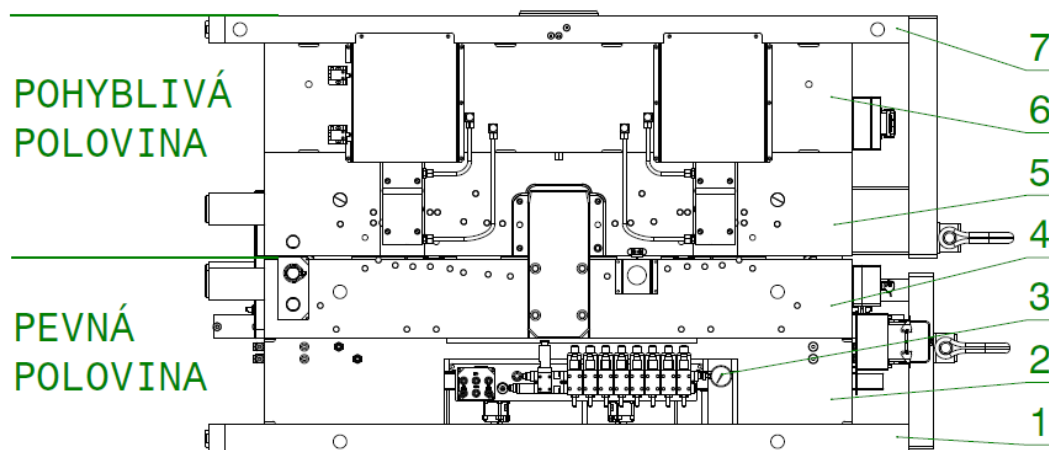
přednostem patří jednoduché dávkování, možnost hmotu dodatečně barvit a plnit plnivy nebo přidávat další přísady až při zpracování [1].



Obr. 2.2: Vstřikovací stroj Engel 2 500 [2]

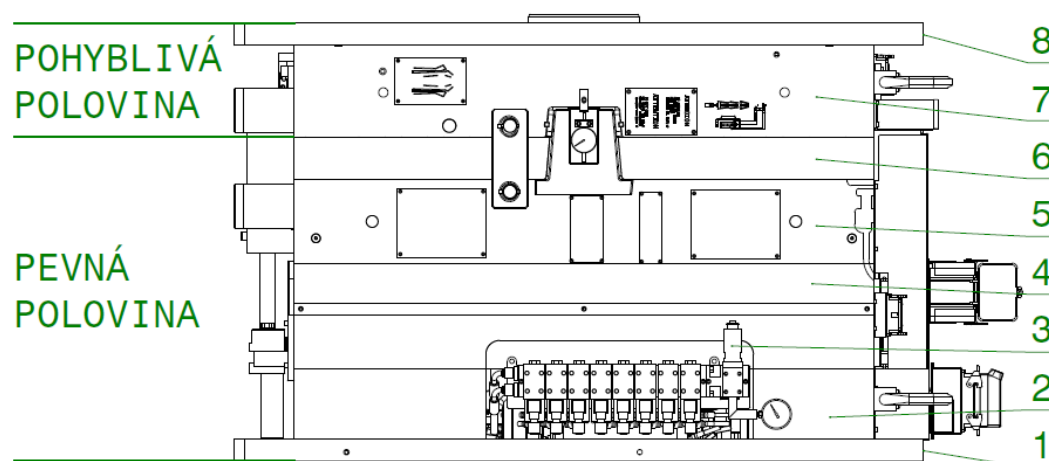
Rozdíly mezi konvenční vstřikovací formou (Obr. 2.3) a formou pro zadní vstřikování (Obr. 2.4) jsou již v prvotní koncepci formy. Vyhazovací mechanismus je na pevné polovině formy (Obr. 2.5) zpravidla nad horkým rozvaděčem plastu. Tvárnice je na pohyblivé polovině formy (Obr. 2.6) pouze leštěná nikoliv dezénovaná, protože dekor zajišťuje optické vlastnosti pohledové A plochy na místo dezénu. Velmi užitečné je vybavit formu tlakovými snímači přímo v tvarových dutinách, které regulují vstřikovanou dávku plastu dle aktuální hodnoty tlaku v dutinách. Důvod použití je v nerovnoměrné tloušťce zpracovávaného dekoru (i když je v toleranci pro zpracování) a tím ovlivňuje potřebnou dávku pro vstříknutí. Při překročení dávky hrozí objevení různých optických vad, při příliš malé dávce budou díly nedolití. Forma musí být navíc osazena napínacími mechanismy dekoru, nejlépe v konfiguraci samostatného napínacího rámu na pevné polovině formy, se samostatně nezávisle na sobě nastavitelnými napínacími elementy. Úchytovými kleštěmi pro prvotní založení dekoru do formy. Protože pro plnění tvarových dutin nelze použít banánové, tunelové či podobné vtoky,

proto se používají přímé trysky v tvárníku přímo proti založenému dekoru nejlépe se samostatnými chladicími okruhy pro ně. Velké rozdíly oproti konvenční vstřikovací formě jsou v hlavní dělicí rovině mezi polovinami formy.



Obr. 2.3: Forma konvenčního vstřikování [2]

1-Upínací deska pevné poloviny formy, 2-Deska horkého rozvodu plastu, 3-Horký rozvaděč plastu, 4-Deska tvárníc, 5-Deska tvárníků, 6-Nosné rozpěrky vyhazování, 7-Upínací deska pohyblivé poloviny formy



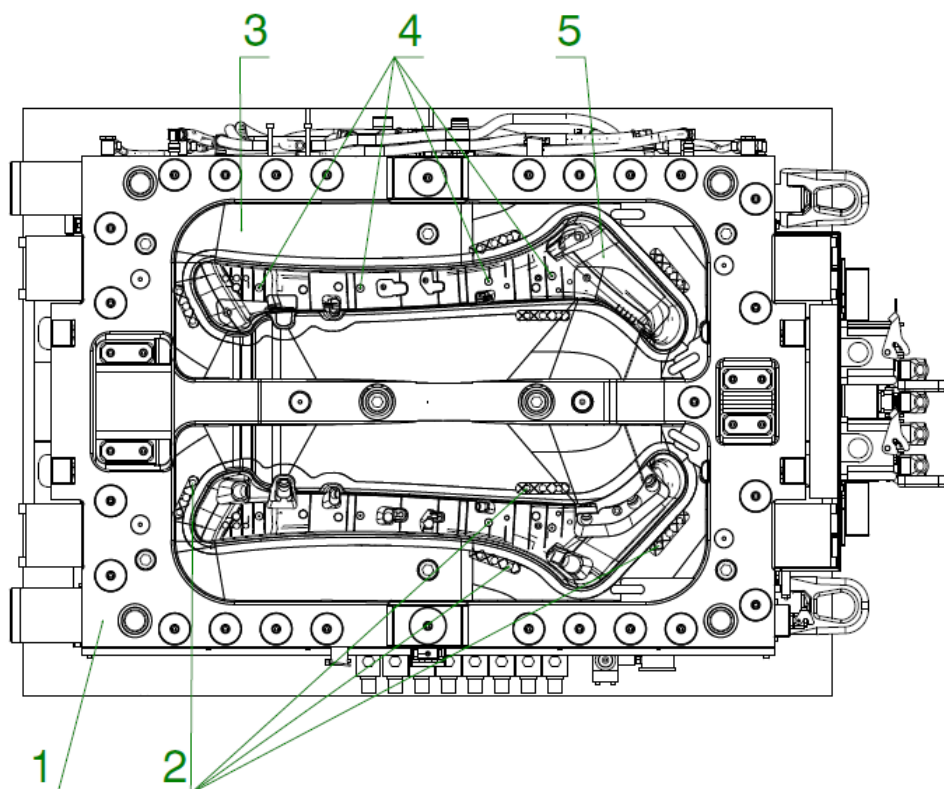
Obr. 2.4: Forma zadního vstřikování [2]

1-Upínací deska pevné poloviny formy, 2-Deska horkého rozvodu plastu, 3-Horký rozvaděč plastu, 4-Nosné rozpěrky vyhazování, 5-Deska tvárníků, 6-Napínací deska dekoru, 7-Deska tvárníc, 8-Upínací deska pohyblivé poloviny formy

Forma zadního vstřikování svírá v dělicí rovině dekor, který i po úplném stlačení má přesně definovanou tloušťku dle jeho technické specifikace. Tloušťka nestlačeného dekoru se obvykle pohybuje okolo

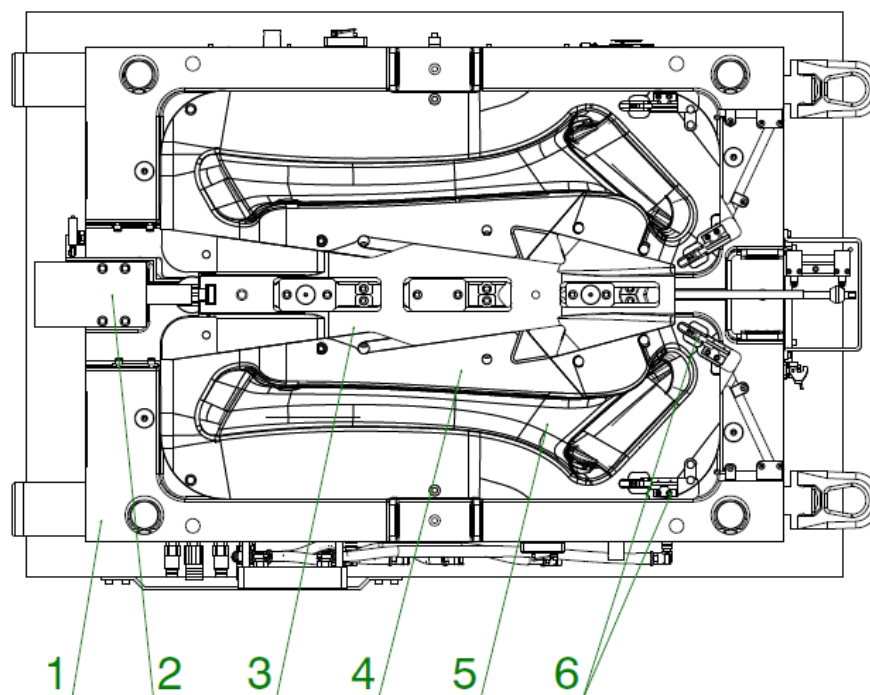
1,5mm, stlačeného pak okolo 0,3mm. Dekor v dělicí rovině funguje jako prodyšné těsnění, čili jako skvělé odvodušnění formy, kdy zpravidla nebývají problémy se zavřeným vzduchem v dutině formy. Další výhodou je malinko menší náročnost na přesnost dolícování dělicí roviny oproti konvenční formě. Nevýhodou je těžší lícování dělicí roviny právě kvůli mezeře pro stlačení dekoru. V případě menší mezery nastává prosekávání dekoru, v případě větší mezery se objeví přetoky.

Forma je buď bez ostříhového mechanismu, kde na výstřiku zbývá zbytek dekoru přibližně ve tvaru výchozího formátu a poté musí následovat laserový ořez k jeho odstranění. Nebo je ve formě zakomponován ostříhový mechanismus a zbytek dekoru je zachycen na výstřiku pouze přes malé můstky, aby nedošlo k jeho samovolnému pádu po otevření nástroje. Koncepce ostříhu může být jako tepelně zušlechtěná hrana okolo výstřiku, nebo jako výměnné hydraulicky ovládané ostříhové segmenty. Diference se týkají také robota, který nese na každé straně chapadlo, jedno pro zakládání nového dekoru a druhé pro odebírání výrobků z formy.



Obr. 2.5: Pevná polovina formy zadního vstřikování [2]

1-Napínací deska dekoru, 2-Napínací elementy dekoru, 3-Deska tvárníků, 4-Plnicí trysky
5-Tvárník



Obr. 2.6: Pohyblivá polovina formy zadního vstřikování [2]

1-Deska tvárníc, 2-Hydraulický válec, 3-Mechanismus pro pohyb čelistí (tzv. srdce),
4-Pohyblivá čelist, 5-Tvárnice, 6-Kleště pro úchyt dekoru

2.2.1 Optické vady

Vyskytující se vady v technologii zadního vstřikování jsou: vrásky, proteklý plast skrz dekor, proseký dekor, přeložený dekor, viditelná dělicí rovina a další.

Optické vady vznikající na produktech zadního vstřikování jsou způsobeny jednotlivě a nebo kombinací následujících faktorů: Nastavením vstřikovacích parametrů stroje, nastavením robota jeho odebíráním dekoru ze stolu a zakládáním do formy ,nastavením napínacího systému formy a vlastnostmi zpracovávaného dekoru. Pokud i přes optimalizaci a vyloučení všech zmíněných vlivů optické vady přetrvávají, je nutný nápravný fyzický zásah do formy.

Vrásky vznikají shrnutím nebo nedostatečným napnutím dekoru v tvarové dutině. Odstraňují se jednak parametry stroje, kde obecně platí pravidlo, čím nižší vstřikovací rychlost tím lepší výsledek. Správným nastavením robota, který zaručuje vždy stejnou pozici založení dekoru ve

formě. Proto je důležitá již prvotní poziční fixace sloupců dekorů na odebíracím stole. V neposlední řadě správným nastavením napínacího systému formy, kde zpravidla se musí dekor více napnout do tvarové dutiny, případně optimalizovat napnutí dekoru změnou pozic napínacích elementů.

Proteklý plast skrz dekor vzniká v případě přílišného napnutí dekoru v tvarové dutině ještě ve fázi zavírání formy, kdy se dekor tvaruje již téměř do finálního tvaru. Při plnění dutiny tavenina dále napíná dekor, kdy dojde k překročení jeho únosných mezí a plast proteče skrz. Řešení je správným nastavením napínacího systému formy, kde zpravidla se musí dekor méně napnout v tvarové dutině, případně optimalizovat napnutí dekoru změnou pozic napínacích elementů.

Proseklý dekor vzniká výhradně, pokud je v nástroji něco mechanicky špatně a objevuje se převážně v hlavní dělicí rovině. Odstranit tento defekt lze tedy pouze opravou formy, kdy postup opravy se liší dle podstaty závady.

Přeložený dekor vzniká v případě zakládání dekoru do formy robotem do nevyhovující pozice nebo místy bez kontaktu napínacího systému formy. Proto se řeší přenastavením robota a napínacího systému formy tak aby v inkriminovaném místě působil vždy minimálně malý přítlak.

Viditelná dělicí rovina vzniká buď příliš vysokým tlakem v tvarové dutině, nebo mechanickým problémem formy. Parametry vstřikování lze snížit tlak v tvarové dutině, kdy nejčastější příčinou bývá příliš velká vstřikovaná dávka z důvodu rozdílných tloušťek dekoru závislých na aktuální zpracovávané šarži. Mechanický problém formy se řeší individuální opravou nástroje dle charakteru problematiky.

2.2.2 Dekory

Dekory zpracovávané v technologii zadního vstřikování se skládají ze tří vrstev, jsou to bariéra, adhezní vrstva a povrchová textilie. Všechny tři vrstvy se zpracovávají u dodavatelských firem dekoru, nejčastěji jejich kontinuální celoplošnou laminací s různou teplotou při samotném procesu laminace. Tloušťka dekorů se pohybuje okolo 1,5mm a nástřih do jednotlivých zpracovatelských formátů probíhá z rolí.

Bariéra dekoru se dostává do přímého kontaktu s plastovou taveninou při plnění tvarové dutiny, kdy probíhá její neodlučné spojení s plastovou částí dílu tedy i celého zpracovávaného dekoru. Bariéra slouží jako zábrana proti protékání plastu skrze dekor, kde její hlavní rozměr je tloušťka, kterou se nejzásadněji ovlivňuje její rezistence proti protékání plastu.

Adhezní vrstva slouží k pojení bariérové vrstvy a povrchové textilie dekoru. Důležité vlastnosti adhezní vrstvy jsou, velmi dobrá homogenita vrstvy s nízkými výkyvy adheze aby nedocházelo při procesu zpracování (vstřikování) k místním oddělením vrstev dekoru, které by vedly k optickým defektům jako například k vráskám. Velmi dobrou teplotní odolností aby nedocházelo při tepelné zátěži (vstřikování) ke vzlínání adhezní vrstvy směrem k povrchu samotného dekoru, které by bylo vyhodnoceno jako nežádoucí optická vada.

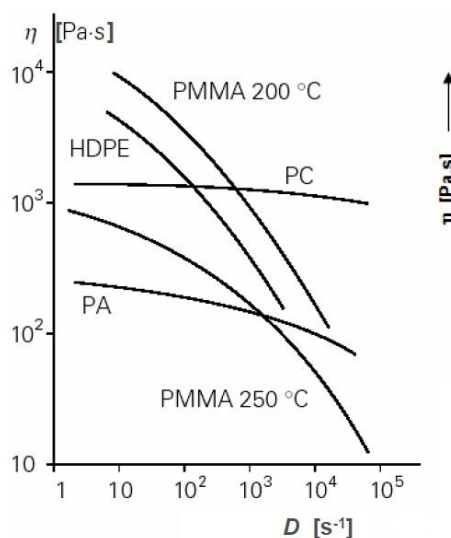
Povrchová textilie je nejdůležitější vrstvou, protože zajišťuje optický vzhled dekoru, tudíž i celého výrobku, kvůli kterému se celá technologie zadního vystřikování používá. Povrchové textilie se vyrábějí jako přírodní, chemické nebo syntetické a rozdělují se na tkané a netkané textilie, přičemž z hlediska optických vad je výhodnější použít netkané textilie z důvodu menší viditelnosti a tvorby defektů na pohledové straně výrobku.

Za netkanou textilií není považován papír ani klasická plst', je tvořená z vláken (rouna), které jsou vzájemně spojeny a nemají danou orientaci (vzor). Netkaná textilie je méně náročná na výrobní proces z důvodu nižšího počtu výrobních operací, kde odpadá výroba příze a řádově vyšší výrobní rychlosti oproti tkané textilií [3].

Základní stavební prvek tkaných textilií je očko, s principem protažení nitě předešlým očkem a vznikem nového oka. Dále se zpracovává základní technikou zátažnou tvořenou jednou nití, nebo technikou osnovní tvořenou z podélné soustavy nití používanou pro náš případ. Tento základní princip je rozšířen spoustou technik, tak aby se naplnil požadavek na orientaci, vzor a estetiku povrchu [4].

2.3 Tečení

Tavenina termoplastu se chová viskózně (jako kapalina), ale zároveň také elasticky (jako pružná látka). Reologické chování taveniny plastu je tak označováno jako viskoelastické. Viskózní (tokové) vlastnosti (Obr. 2.7) kapalin mohou být charakterizovány viskozitou, která je mírou vnitřního odporu při toku. Aby bylo možno udržet tok taveniny plastu je zapotřebí hnací síly, jejíž velikost bude záviset na velikosti makromolekul, zvláště na molekulové hmotnosti a velikosti mezimolekulárních sil. U roztoků polymerů a polymerních tavenin viskozita klesá s rostoucí smykovou rychlostí a v takovém případě hovoříme o strukturně viskózních kapalinách [5].



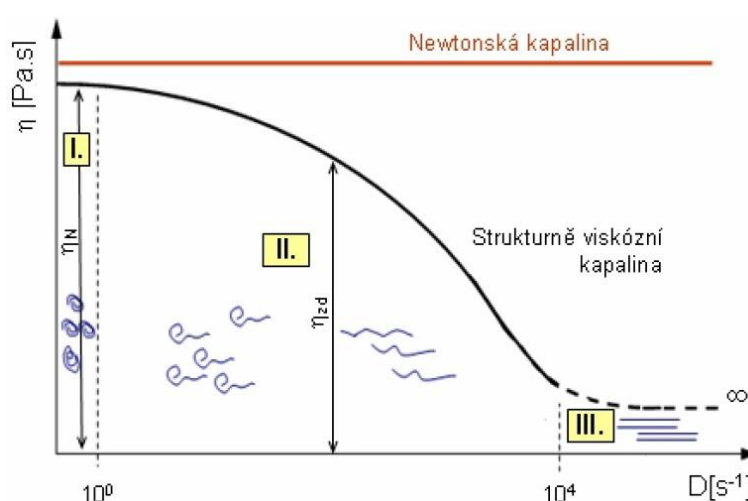
Obr. 2.7: Závislost viskozity na smykové rychlosti [5]

Tokové chování tavenin polymerů je rozděleno do tří oblastí (Obr. 2.8):

- 1) Oblast maximální newtonovské viskozity – Při nízkých smykových rychlostech, lze považovat viskozitu za konstantní, rovnu maximální newtonské viskozitě. Taveniny polymerů mají amorfní strukturu a makromolekuly zaujímají tvar příslušející maximální entropii systému – volně sbalená klubíčka. Při toku jsou tato přemísťována jako celek[5].
- 2) Oblast strukturní viskozity – Při vyšších smykových rychlostech dochází k poklesu viskozity a označujeme ji jako zdánlivou, jejíž hodnota závisí na

okamžitých hodnotách smykového napětí a smykové rychlosti. Pokles viskozity lze vysvětlit rozbalováním klubíček makromolekul do směru toku. Takto více či méně rozvinuté makromolekuly se pohybují snadněji a to se projevuje poklesem viskozity [5].

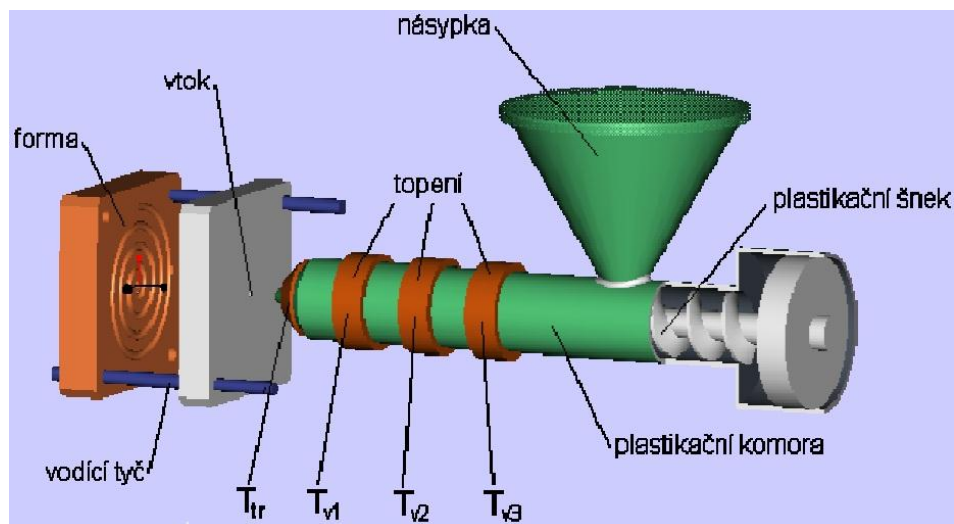
3) Oblast nekonečného smyku – Při extrémně vysokých smykových rychlostech se viskozita opět stává nezávislou na smykové rychlosti a je označována jako viskozita při nekonečném smyku. Jedná se o případ, kdy by došlo k dokonalému rozbalení makromolekul. Tohoto stádia se však v praxi nelze u tavenin polymerů dosáhnout [5].



Obr. 2.8: Závislost dynamické viskozity tavenin polymerů na smykové rychlosti [5]

2.3.1 Spirálová zkouška zabíhavosti tavenin polymerů

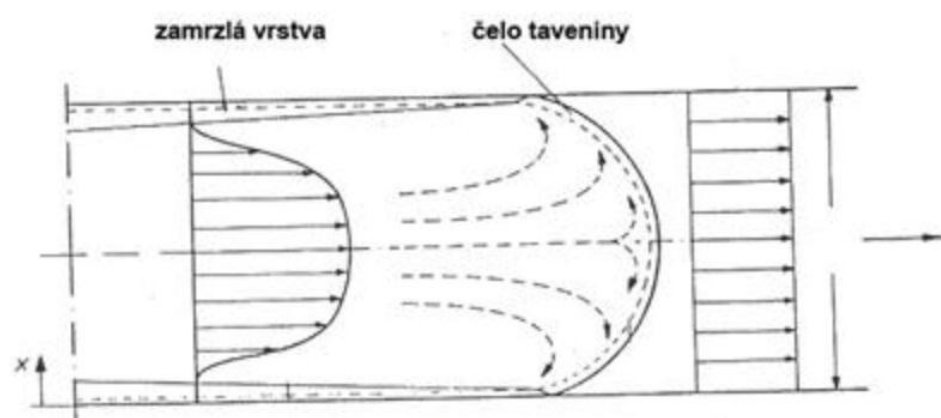
Roztavený polymer je na vstřikovacím stroji vstřikován při definovaných technologických podmínkách do formy, jejíž dutina má tvar ploché Archimédovy spirály (Obr. 2.9), teoreticky nekonečné délky, šířky 10mm a výšky 2mm nebo 4mm. Při hodnocení zabíhavosti polymeru se zvolí takové podmínky, aby se dutina nezaplnila v celé délce. Měřítkem zabíhavosti je délka spirály. Tato ryze technologická zkouška umožňuje hodnotit tokové chování tavenin polymeru za podmínek, které jsou prakticky shodné s podmínkami při vlastním zpracování. Dává také možnost prověřit vliv měnících se technologických parametrů, popřípadě aditivních prvků, na změnu zabíhavosti zkoumaného polymeru, nebo také vliv druhu vkládané textilie (hybridní technologie vstřikování) na zabíhavost polymeru [5].



Obr. 2.9: Závislost dynamické viskozity tavenin polymerů na smykové rychlosti [5]

2.3.2 Tečení v konvenční vstřikovací formě

Při postupném plnění, laminárním toku (Obr. 2.10), se jedná o složitý mechanismus tuhnutí vrstev taveniny. Teplota formy je mnohem nižší, než teplota taveniny (zhruba 3 až 4krát) a tak tavenina při styku se stěnou formy okamžitě ztuhne a vytvoří vrstvu nepohyblivé hmoty a zároveň i vrstvu tepelné izolace. Uvnitř je potom plastické jádro s nízkou viskozitou, umožňující další průtok taveniny plastu do dutiny formy, která se potom roztéká směrem ke stěnám, až dojde k zaplnění tvarové dutiny formy. Vzhledem ke zvyšování viskozity směrem ke stěně formy dochází k rostoucí rychlosti v plastickém jádru a k zakřivení čela. Pokles tlaku je potom směrem ke stěně formy [1].



Obr. 2.10: Tečení v konvenční vstřikovací formě [1]

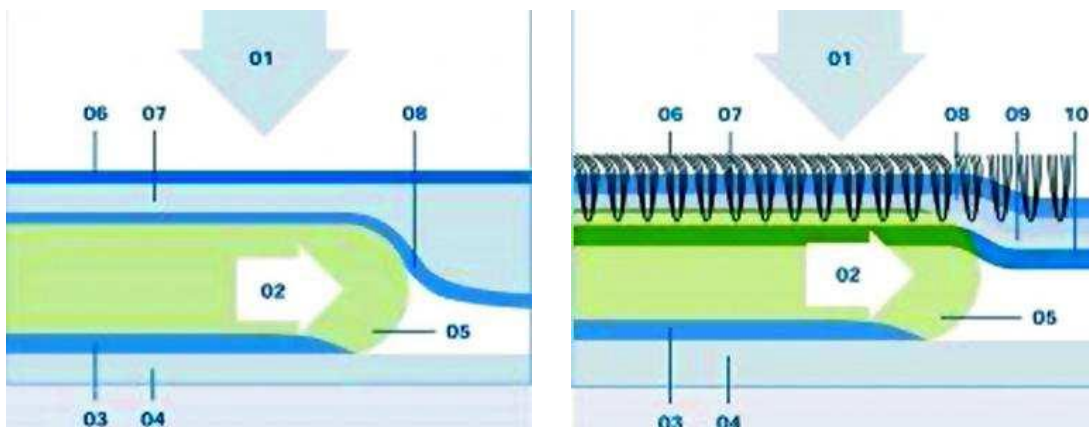
2.3.3 Tečení ve formě zadního vstřikování

Z hlediska technologických oblastí je největším problémem tečení plastu dutinou formy se všemi průvodními jevy tlakových a teplotních procesů na vložený materiál a na napětí v plastu, ve vloženém materiálu a vlivem adheze i v konečném výrobku [6].

Největší změna nastává u textilií, kde je vliv tečení taveniny na posun jednotlivých vrstev největší a to byl i jeden z důvodů, proč je tato oblast řešena. Textilie a tkaniny z různých materiálů jsou do formy většinou umístěny předem, a tím se dá dle požadavků a typů textilií velice dobře řídit orientace vláken a jejich hustota ve výsledném dílu. Procentový obsah vláken musí být vysoký, aby se zabránilo odplavení jednotlivých textilních vláken polymerem mimo původní umístění. Vstříknutím plastu změni svou polohu asi 30 % vláken, což je však silně rozdílné pro různá místa výrobku z hlediska vzdáleností od ústí vtoku. Výroba probíhá v současnosti dvěma způsoby [6].

Prvním z nich je použití rozsekaných vláken v kapalném pojivu, která se nanášejí na povrch formy a následně se zastříknou plastem anebo se plast vstříkne na souvislou tkaninu. Prvním technologickým postupem lze dosáhnout složitějších tvarů, avšak je zde menší možnost řízení orientace vláken a tento postup je velice pracný [6].

Druhý postup, kterým se zabývá bakalářská práce, je mnohem lépe automatizovatelný, ale může vést k nepříjemným změnám hustoty v různých místech vyráběného dílu. Aby nedocházelo k výraznému deformačnímu chování vloženého materiálu, kdy může dojít až k protržení vloženého materiálu nebo k protečení taveniny plastu, musí být tlak taveniny co nejnižší. Dalším výrazným problémem je v další fázi procesu (ve fázi chlazení) změna přestupu tepla do nástroje vlivem vložené vrstvy, jež zabraňuje dotyku taveniny plastu se studeným povrchem vstřikovací formy a dochází k nerovnoměrné tloušťce zamrzlé vrstvy na stěně dutiny formy (Obr. 2.11). Při shodných podmínkách teploty (teplota tvárnice a tvárnice) nastává nerovnoměrné tečení v důsledku nerovnoměrného odvodu tepla [6].



Obr. 2.11: Tečení ve formě zadního vstřikování [6]

V popředí zájmu aplikací in-mould technologií je tedy použitý a zvolený materiál pro vnější povrch konečného dílu, který se na kvalitě konečného výrobku a na použití technologie podílí svou schopností deformace (vliv tlaku taveniny na soudružnost), svojí tloušťkou (při malých tloušťkách je proces tečení složitější a klesá i význam dotlakové fáze), adhezí, texturou a hladkostí povrchu na straně taveniny plastu (vliv na proces tečení, na studené spoje, deformaci a nebezpečí protržení). V neposlední řadě vložený materiál také ovlivňuje konečné vlastnosti plastového „hybridu“, např. mechanické, fyzikální, korozní a podobně [6].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Zpravidla nejproblematictější formy zadního vstřikování jsou A sloupky, kde zákazník klade velmi vysoké nároky na jakékoliv defekty i pro případy kdy běžný uživatel takřka nemá šanci defekt rozpoznat, či dokonce je viditelný pouze pod určitým úhlem a osvětlením. Mezi nejobvyklejší defekty patří takzvané vrásky, přeloženiny, natažený rast dekoru, místy proteklý plast, viditelná dělicí rovina, sluníčkový efekt způsobený přehřátými tryskami a další.

Defekty na produktech nemusejí být vždy způsobeny špatnou koncepcí formy či špatným nastavením parametrů stroje a robota, ale také velký přímý vliv mají vlastnosti zpracovávaného dekoru zejména příčná a podélná tažnost pokud jsou mimo definovanou toleranci pro zpracování.

A B C Sloupky Škoda Superb B6 SK461 (Obr. 3.12) patří k nejproblematictějším formám v závodě vůbec. Příčin je hned několik, zejména zastaralá koncepce forem hlavně v mechanismu napínání dekoru a konstrukce čelistí, poddimenzovaná tuhost nástrojů, absence tlakových snímačů v tvarových dutinách, absence samostatného chlazení okolo vstřikovacích trysek a tak dále.



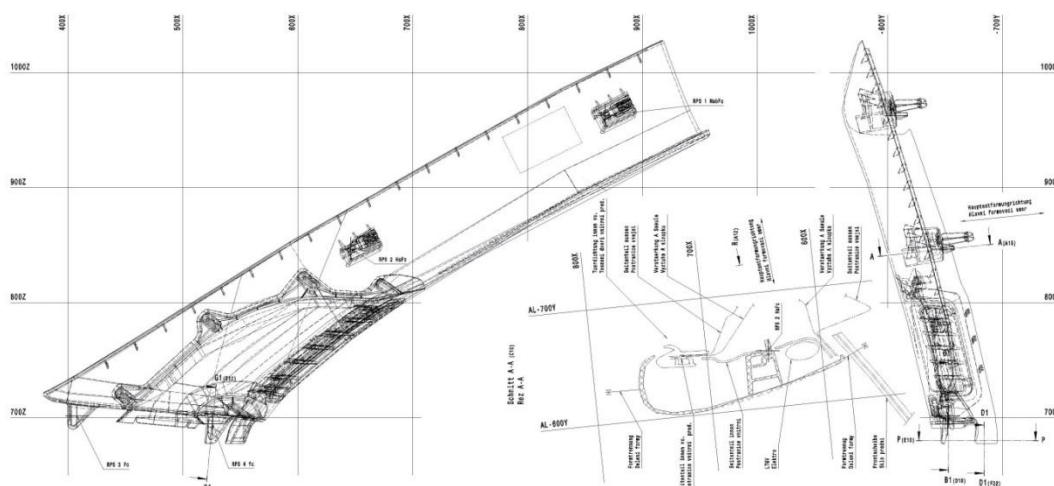
Obr. 3.12: A B C sloupky Škoda Superb B6 SK46 [2]

Granulát zpracovávaný na sloupkách Škoda Superb B6 SK461 je Sabic CX02-82 Natural SAP 115004640, 2% Barviva: Ivory 115004740 / Perlgrau 115001390.

3.1 A sloupek Škoda Superb B6 SK461

Díl A sloupek (Obr. 3.13) je v průřezu „zavinut“ o více než 180° z čehož vyplývá nutnost použití rozjíždějících se čelistí i na pohledové straně (na tvárnici) aby bylo možné díl odformovat z nástroje, kde vzniká největší problém dílu v kvalitě dělicí roviny.

Největší problémy formy tkví v absenci tlakových snímačů v tvarových dutinách, ve špatné konstrukci čelistí, hlavně v jejich pohonném mechanismu a nedostatečné tuhosti celého nástroje. Zmíněné faktory mají velký přímý kvalitativní vliv pro pohledovou dělicí rovinu na A ploše, která je nejčastější příčinou reklamací a zvýšené zmetkovitosti produkce na nástroji.



Obr. 3.13: A sloupek [2]

3.1.1 Konstrukce čelistí

Konstrukce čelistí (Obr. 3.14) jak bylo zmíněno vychází z designu dílu – čelisti se musejí dostat do odformovací polohy ještě dříve než se otevře samotná forma v hlavní dělicí rovině, jinak následuje havárie nástroje. Mechanismus je následující: čelisti jsou uchyceny tvarovými lištami v profilu tvaru písmene T na klínech a dále v klasickém horizontálním vedením na pohyblivé tvárnici. Pohyb čelistí vzniká otevíráním formy pohybem tvárnice od upínací desky (vzniká mezera mezi tvárnicí a upínací deskou), kde je důležité v první fázi, aby forma v hlavní dělicí rovině zůstala v kontaktu dokavad se čelisti zcela neotevrou. Pro zajištění této podmínky jsou na rohách tvárnice a tvárníku petlicové zámky jako garant pohybu pouze

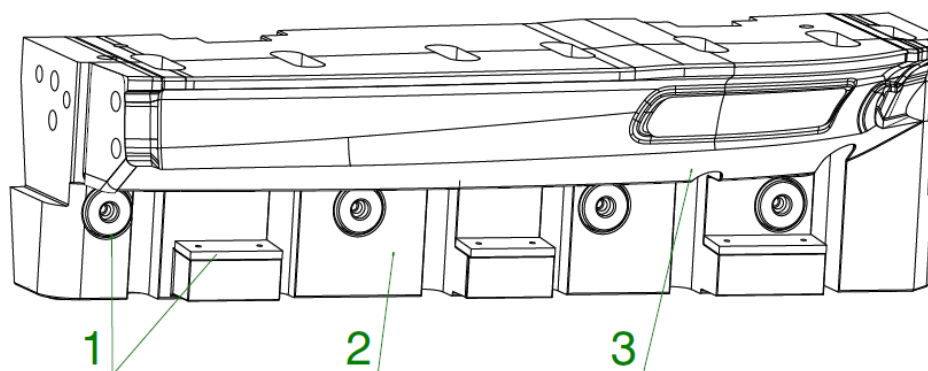
tvárnice vpřed i zpět a dále mezi tvárnici a upínací deskou pružiny, které slouží pro vymezení vůlí, zamezení prosekávání dekoru v případě snahy v prvotní fázi mírného pootevření formy v hlavní dělicí rovině (mezi pevnou a pohyblivou polovinou formy).

Systém je sice funkční, ale bohužel se nedá označit za stabilní a už vůbec ne za snadno dolícovatelný (udržovatelný) v oblasti dělicí roviny mezi čelistmi a tvárnici. Po čase se projeví praskání a únava vynutých pružin, v petlicových zámcích se objeví vůle spolu s nimi prosekávání dekoru v hlavní dělicí rovině, nemluvě o nahodilém spadnutí dekoru přes petlicový zámek na pohyblivé polovině formy, kde při zavření formy dojde k jeho přestřižení a tím pádem zastavení produkce.

Vhodná konstrukce čelistí by byla skrze pohánění takzvaného „srdce“ hydraulicky (Obr. 2.6). V systému nejsou žádné poruchové elementy jako pružiny ani petlicové zámkové prvky, pouze klíny úplně jiného typu, které jsou přímo na mechanismu pro pohon čelistí (srdci) a na samotných čelistech. Horizontální pohyb čelistí je obstarán hydraulickým válcem a „srdcem“, kde žádný další pohyb v nástroji není potřebný, pouze po dosažení odformovací polohy čelistí otevřít formu. Mechanismus je mnohem trvanlivější pro kvalitu dělicí roviny a také mnohem snáz dolícovatelný a opravitelný. Aby bylo možné dělicí rovinu zbrousit, posoudit lícování či přepodložit je nezbytné aby se čelisti nacházely ve formovací pozici. Tímto mechanismem stačí pouze pohyb hydrauliky pro formovací polohu. Stávajícím mechanismem není vůbec jednoduché dosáhnout formovací polohy, protože je potřeba přetlačit pružiny mezi tvárnici a upínací deskou, ke které je potřeba utáhnout velké množství šroubů dokola celé formy a to velmi zdržuje celou opravu vezmeme-li v potaz potřebu několikanásobného dosažení formovací pozice čelisti během jediné opravy. Bohužel toto řešení je natolik nákladné, rozsáhlé a dalo by se přirovnat k výrobě nové formy, minimálně k výrobě pohyblivé poloviny formy, což je neakceptovatelné v sériové produkci nejen z časových a finančních důvodů.

Pro zlepšení situace zejména pro snadnější lícování a trvanlivost dělicí roviny je vhodné přímo na čelisti aplikovat dosedací vymežovací destičky. Které spolu s vhodným přepodložením či zbroušením kluzných destiček v klínové oblasti a spodku podlážky čelisti je možné čelist „dohnat“ do

nejvhodnější polohy aniž by se musel brousit samotný tvar čelistí a tvárnice, ze které vzejde vyhovující kvalita dělicí roviny.



Obr. 3.14: Čelist A sloupku [2]

1-Dosedací vymezovací destičky, 2-Čelist, 3-Problematická dělicí rovina

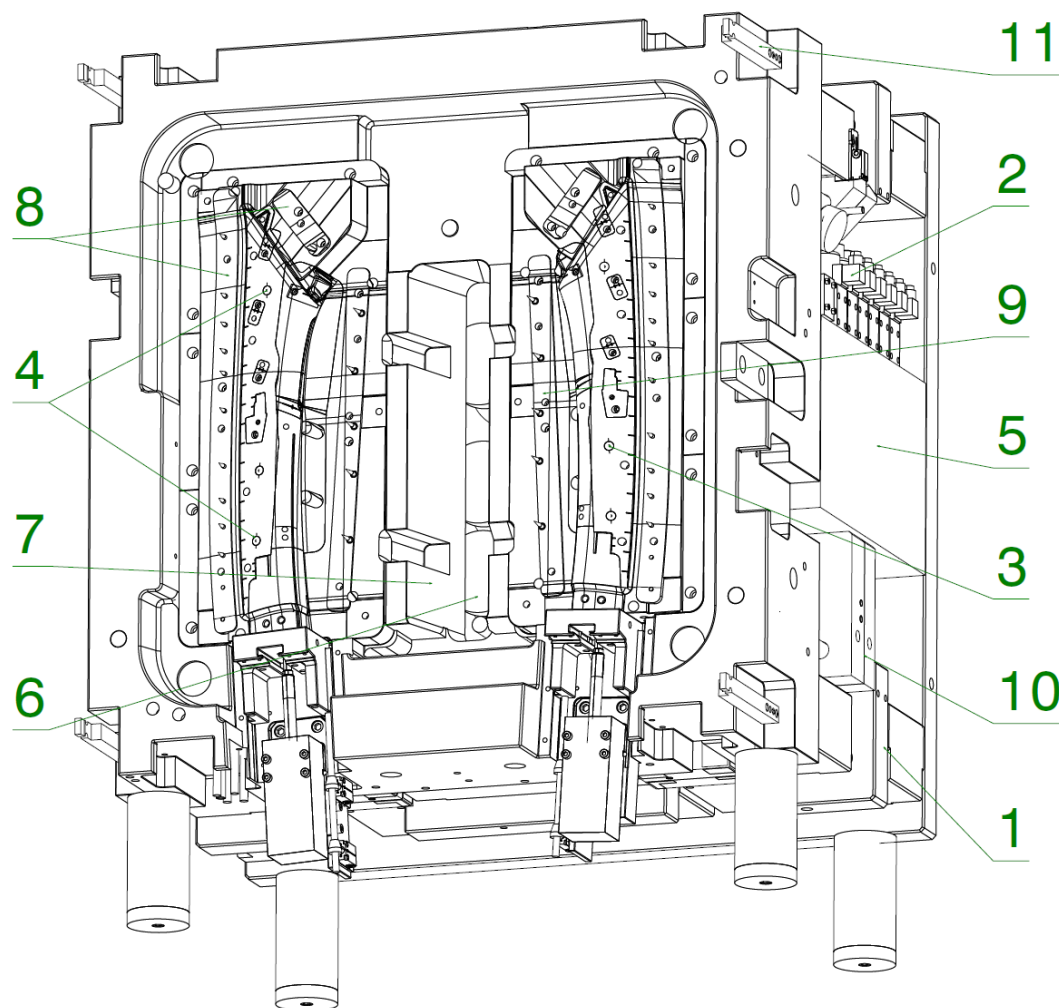
3.1.2 Nedostatečná tuhost nástroje

Problematika nedostatečné tuhosti nástroje je zřejmá hned ze dvou aspektů. Úchylkoměr na boku formy při vstřiku nám ukazuje průhyb o více než 0,13mm a to je pouze hodnota na kraji formy, hodnota uprostřed formy je ještě vyšší z důvodu většího průhybu formy právě uprostřed. Dále plnicí trysky vyčnívají do vstřikovaného dílu, dle výstřiku nám indikují potřebu zakrátit trysky na úroveň plochy tvárníku, avšak po odebrání dílu v otevřené formě je vidět, že trysky jsou dokonce utopené pod úrovní stěny tvárníku, které nám naopak říkají, že jsou trysky příliš krátké. Z těchto ukazatelů je zcela prokazatelný průhyb formy při vstřiku, tudíž naprosto nedostatečná tuhost celého nástroje. Řešení průhybu v sériové formě není vůbec jednoduše odstranitelná záležitost provázána s vysokými finančními a časovými náklady.

Nejjednodušší řešení, když forma takzvaně „dýchá“ je v jejím předepnutí v inkriminovaných oblastech. To znamená vložení kousků planžet o maximální tloušťce 0,25mm pod nosné podpěry. Ze mých zkušeností však předepnutí obvykle nepomáhá tak úplně jak bychom si představovali a proto není nad to mít ve formě jako vzpěru „pořádný špalek“, který mě vede k další variantě.

Levnější a méně riskantní varianta je v přidání více nosných podpěr do pevné poloviny formy (Obr. 3.15) ve všech oblastech, kde je místo. Pro realizaci varianty se musí po stranách formy vytvořit prostor ve vyhazovacím paketu a dýhové desce, přemístit ventily kaskád horkého rozvaděče podél nové podpěry, vymístit zásuvky elektřiny kde do vzniklých volných míst se vloží nosné podpory na přímo od desky tvárníků přímo k upínací desce. Dále protože dýhová deska je velmi odlehčená a většina nosných podpor jsou navzájem vůči sobě posunuty v oblasti dělení dýhovou deskou, tak vložit nahoře a dole nosné podpěry tak aby na sebe navzájem navazovali a napojili se na podpěry, které pod dýhovou deskou nejsou dále podepřeny. Další fatální problém na pevné polovině formy je uprostřed desky tvárníků, kde se nachází skrze celou desku velká klínovitá kapsa, která svým dělením právě v problematickém středu celou formu velmi oslabuje na tuhosti. Navíc podepření klínovité kapsy není vhodně provedeno z důvodu proměnného průměru několik nosných podpěr, kde malý průměr je o velikosti mezery dělení a nad ním je velký průměr přesahující mezeru, ale je příliš nízký na výšku, tím pádem pruží. Takové to zjištění vede k další variantě.

Dražší a v některých aspektech riskantnější varianta je v podstatě rozšíření předchozí varianty o zhotovení nové silnější dýhové desky a nového horkého rozvaděče. Každý levý i pravý výstřik se plní pouze jednou prostřední přímou tryskou ze stávajících tří, z toho vyplývá redukce nového horkého rozvaděče pouze na dvě trysky, čímž vznikne prostor pro další nosné podpěry v nejdůležitějších partiích poblíž středu, kde je průhyb formy obzvláště kritický. Díl se plní pouze jednou prostřední tryskou z důvodu optických vad nikoliv optimálních plnicích parametrů. V případě nedolití kousku dílu ve špičce, nebo použití všech trysek (hlavně horní trysky) problematika dělící roviny téměř zmizí a objeví se tmavé místa způsobené plynováním materiálu na dekoru. To znamená největší průhyb nástroje je až v poslední fázi plnění kdy se ještě navíc nepříznivě projeví zužování tloušťky stěny výstřiku, extrémně naroste vstřikovací tlak a forma se tím pádem prohne.

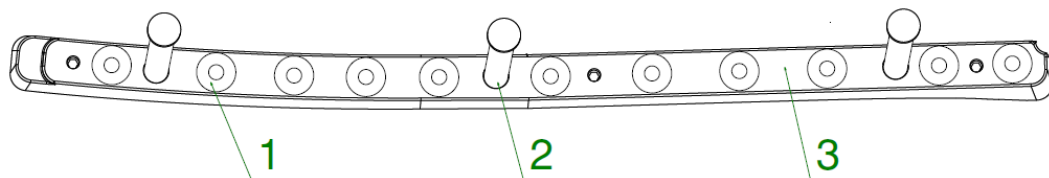


Obr. 3.15: Pevná polovina formy A sloupku [2]

1-Dýhová deska, 2-Nová poloha ventilů HRS, 3-Používané plnicí trysky, 4-Nepoužívané plnicí trysky, 5-Nové nosné podpěry, 6-Původní nosné podpěry proměnného průměru, 7-Klínovitá kapsa skrz, 8-Napínací lišty dekoru, 9-Napínací lišty dekoru k předepnutí, 10-Vyhazovací paket, 11-Petlicové zámky

Nouzová varianta pro případ neúspěchů s předchozími variantami, která není úplně nejvhodnějším řešením z důvodu „vedlejších účinků“ avšak je velice rychlá a levná. Tato varianta spočívá v instalaci vymezovacích destiček ze spodní strany vnitřních napínacích lišt dekoru (Obr. 3.16). Čelisti, které jsou v přímém kontaktu s napínacími lištami budou více předepnuty ve formovací pozici, poníží se vliv průhybu formy díky čemuž se eliminuje mikro zástřik mezi čelistí a tvárnici v přímém důsledku se zlepší dělicí rovina. Negativní vliv řešení je v poslední části dovření a rozevření formy. Čelisti musejí překonávat ohromný odpor díky předepnutí od napínacích lišt, čímž je velmi namáhána dělicí rovina, která se nesmí ničím mazat z důvodu, aby

nezašpinila dekor v dutině, kde poté hrozí její poškození vydíráním ještě více. Zkrátka forma nebude chodit lehce, což není nikdy úplně dobrá kondice skýtající mnoho dalších rizik pro další dílce formy v průběhu produkce.



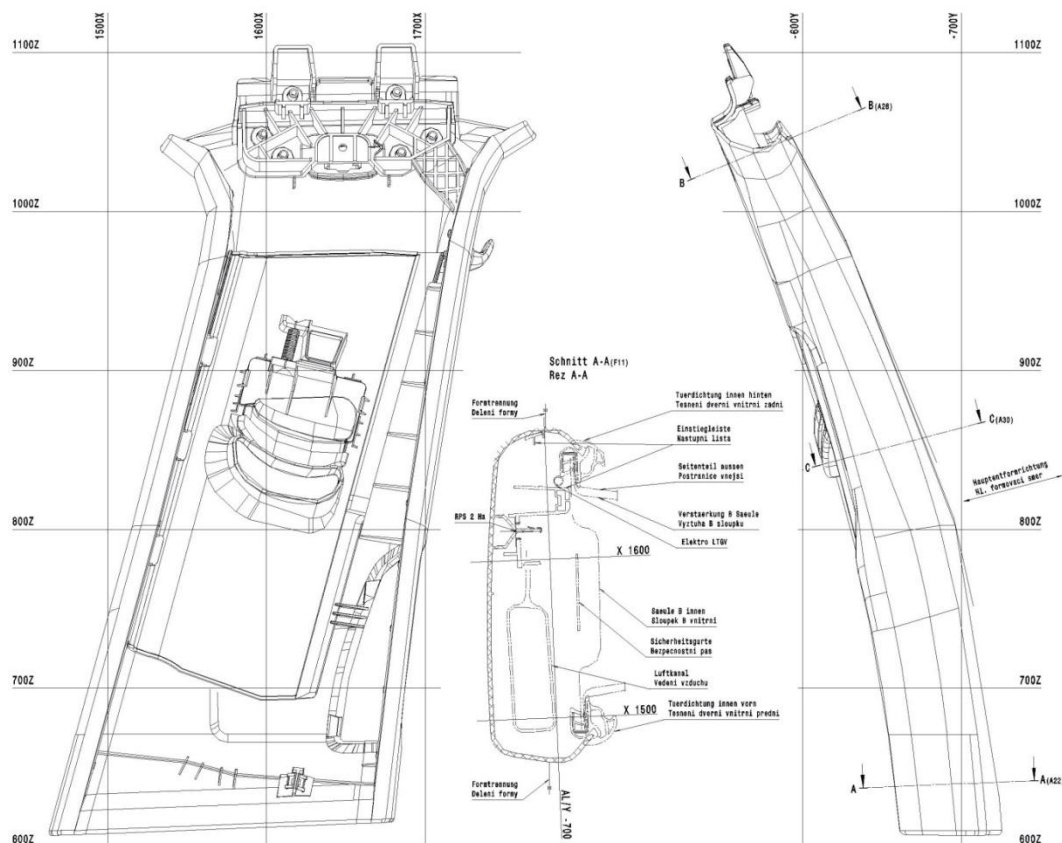
Obr. 3.16: Napínací lišta dekoru k předpnutí [2]

1-Dosedací vymezovací destičky, 2-Vodící sloupky, 3-Napínací lišta dekoru

3.2 B sloupek Škoda Superb B6 SK461

B sloupek (Obr. 3.17) v průřezu je do tvaru písmene „C“ z čehož vyplývá nutnost použití rozjíždějících se čelistí i na pohledové straně (na tvárnici) z obou stran každého výstřiku aby bylo možné díl odformovat. Tvar výstřiku v průřezu je poměrně dost zavinut, na koncích dílu rozevřen s malými rádiusy z čehož pramení velmi vysoké nároky na správně vždy stejně napnutý dekor, abychom se vyhnuli optickým vadám. Nejproblematictější optické defekty na B sloupku jsou: kvalita dělicí roviny, protékání plastu skrz dekor, vrásky dekoru na pohledové straně, proznačování oblastí trysek na pohledové straně (sluníčkový efekt) a vysoká zmetkovitost produkce.

Největší problémy formy tkví ve špatné konstrukci čelistí, hlavně v jejich pohonném mechanismu, zastaralé koncepci napínání dekoru a absenci samostatného chlazení pro přímé plnicí trysky. Zmíněné faktory mají velký přímý kvalitativní vliv na nejrůznější optické defekty, které jsou nejčastější příčinou reklamací a zvýšené zmetkovitosti produkce na nástroji.



Obr. 3.17: B sloupek [2]

3.2.1 Konstrukce čelistí

Konstrukce čelistí jak bylo zmíněno vychází z designu dílu – čelisti se musejí dostat do odformovací polohy ještě dříve než se otevře samotná forma v hlavní dělicí rovině, jinak následuje havárie nástroje. Mechanismus je principiálně totožný s mechanismem na A sloupku (formy jsou dodány od stejné nástrojárny), proto je problematika i varianty řešení obdobné jako na již popsaném A sloupku. Rozdíly jsou pouze v nutnosti aplikace řešení na dvě čelisti pro každý otisk na formě, tedy dohromady na čtyřech čelistech oproti dvěma.

3.2.2 Zastaralá koncepce napínání dekoru

Pro napínání dekoru v současnosti ve formě se používají jednak jehly nejrůznějších délek a tvarů, dále napínací lišty po stranách dílů. Největší problém jehel je v nestabilitě procesu z důvodů nestejnomyšerného otupování špiček a řezných hran, nerovnoměrné napichování dekoru v cyklech, které zároveň působí víceméně jako bod nikoliv plocha, proto jehly mnohdy bývají

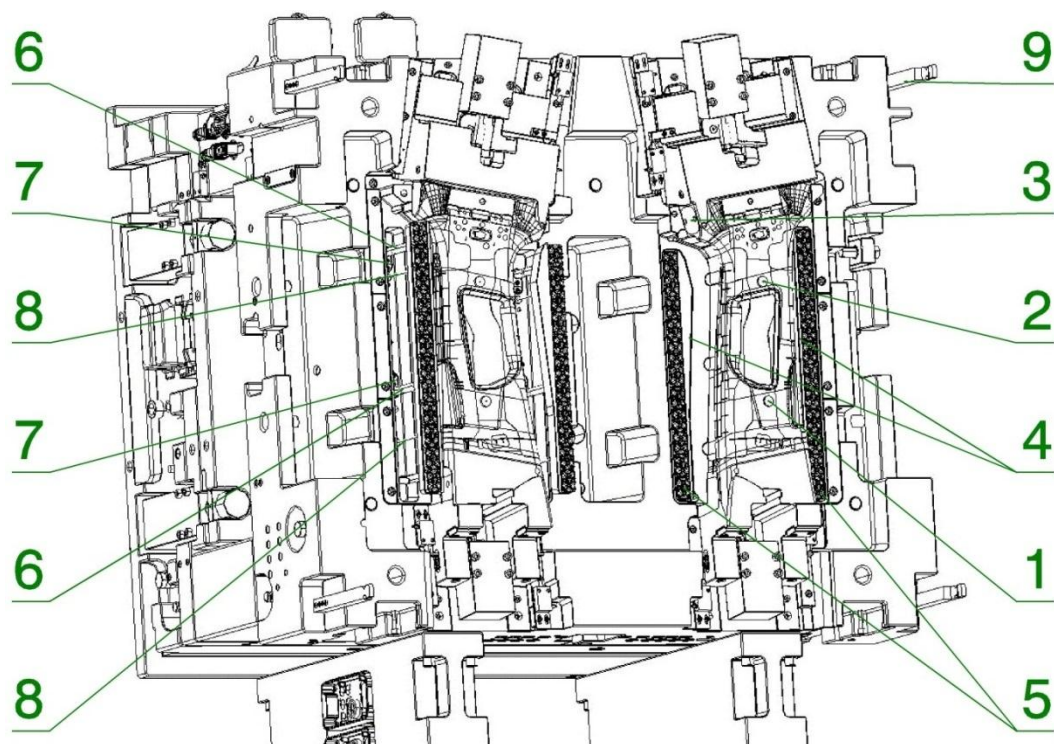
ohniskem vzniku vrásek či přeloženin na výstřiku. Jehly mohou být také nebezpečné pro obsluhu v případě potřeby seřízení čehokoliv uvnitř formy. Napínací lišty se zde snaží nahradit absenci napínacího rámu. Jejich hlavní problémy tkví v absenci jakéhokoliv nastavení ať tuhosti nebo délky zdvihu či v nemožnosti nastavení jednotlivých oblastí na liště a také jejich délka není dostatečná (lišty nepřesahují délku tvarové dutiny).

Nejlepší řešení pro napínání dekoru by byl samostatný napínací rám obsahující samostatně nastavitelné napínacími segmenty okolo tvarových dutin. Ve fázi produkce již není možné toto řešení do formy zavést z důvodu příliš vysokých cenových a časových nákladů.

Řešení pro zlepšení situace je co nejvíce eliminovat jehly na pohyblivé polovině formy (Obr. 3.19). Jehly, které není možné eliminovat a nahradit napínacími elementy zunifikovat a předělat na koncepci podstavec jehly s univerzální výměnou špičkou kompatibilní s dalšími formami.

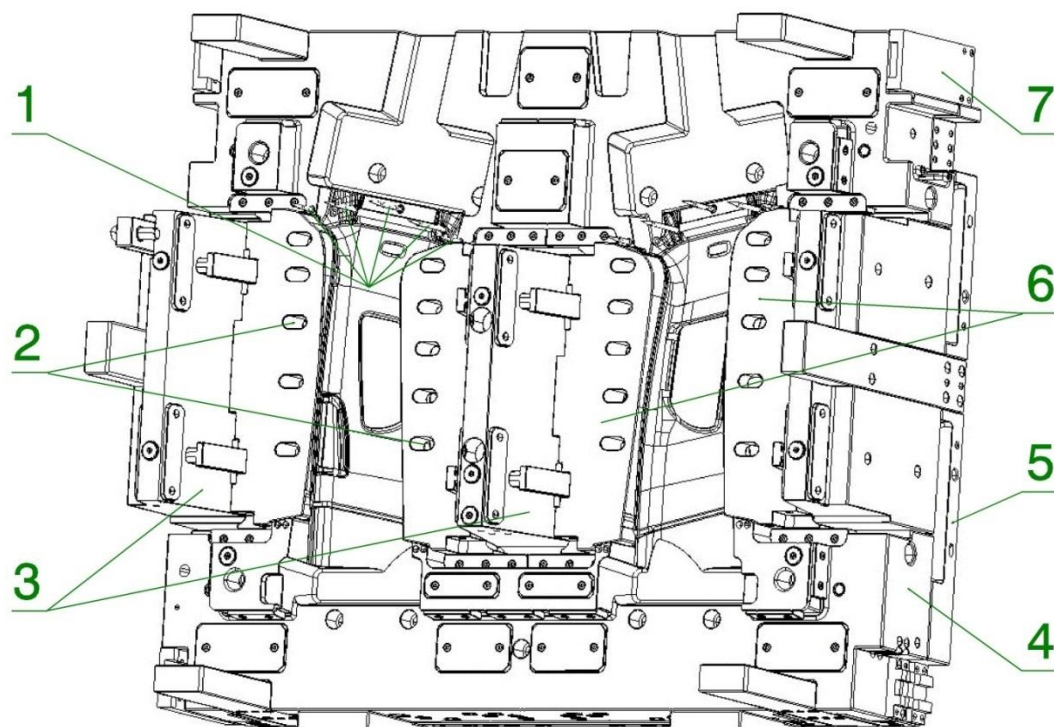
Napínací lišty dekoru na pevné polovině formy (Obr. 3.18) prodloužit, zejména ve spodní oblasti tvarové dutiny, kde lišty protáhnout až pod spodní okraj výstřiku. Na lišty aplikovat po celé délce samostatně výškově nastavitelné napínací kameny s rastrem dvou typů - rastr s rádiusovou špičkou žeber a rastr, s zcela ostrou špičkou žeber pro umožnění vyšší škály možností nastavení vypnutí. Pro nastavení výšky napínacího kamene postačí výměnné podložky o tloušťce 0,5mm a 1mm s maximálním vypodložením 3mm. Místo nastavování velikosti přtlaku napínacích lišt dekoru nefunkčními třecími kameny o jejich vodící sloup instalovat pod napínací lišty plynové pružiny pro nastavitelnou velikost přtlaku a napnutí dekoru dle aktuální hodnoty tlaku v pružinách.

Na pevné polovině formy na horní hydraulické čelisti z boku hned nad tvarové dutiny instalovat třecí planžetami výškově nastavitelné napínací destičky dekoru. Dekor bude napínán při zavírání formy třením mezi destičkou a tvárnici na pohyblivé polovině formy.



Obr. 3.18: Pevná polovina formy B sloupku [2]

1-Používaná plnicí tryska (k opravě), 2-Nepoužívaná plnicí tryska, 3-Třecí napínací destičky dekoru, 4-Prodĺoužené napínací lišty dekoru, 5-Nové napínací kameny dekoru, 6-Vodící sloupky napínací lišty, 7-Starý třecí mechanismus pro napínání, 8-Plynové pružiny, 9-Petlicové zámky



Obr. 3.19: Pohyblivá polovina formy B sloupku [2]

1-Napínací jehly dekoru s výměnnými hroty, 2-Původní pozice napínacích jehel dekoru, 3-Klíny pohánějící čelisti, 4-Pohyblivá tvárnice, 5-Upínací deska, 6-Čelisti, 7-Petlicové zámky

3.2.3 Samostatné chlazení přímých plnicích trysek

Absence samostatného chlazení pro přímé plnicí trysky v tvárníku na pevné polovině formy má za následek takzvaný „sluníčkový efekt“ na pohledové A ploše výstřiku. Tato optická vada je charakteristická svým tmavším zbarvením víceméně kruhové oblasti, způsobená degradací materiálu v přehřáté oblasti od trysky.

Varianta dodatečné aplikace samostatného chlazení trysek již není možná z důvodu nedostatku místa okolo trysek pro něj.

Další variantou je zvětšení/oprava styčné plochy mezi ústím trysky a tvárníkem pro zvýšení odvodu teploty z inkriminované oblasti, kde odvodu teploty ještě napomůže tvárník vyrobený z moldmaxu (slitina na bázi Cu-Be). Díra pro ústí trysky je již značně opotřebená za roky produkce. Pro správnou funkci musí být s jemným povrchem, přesná, obvykle s tolerancí H7. Řešení spočívá ve výměně ústí trysek s větším vnějším průměrem oproti současným ústím a přestružením přesné větší díry pro dosažení požadovaných vlastností pro nové ústí trysek. Plnění dílu probíhá pouze jednou spodní tryskou, čili je nutné opravit dohromady pouze dvě ústí. I proto je varianta poměrně levná, bez rizik avšak nedosahuje tak dobrých výsledků jako samostatný chladicí okruh pro trysky, ale jistě přinese očekávané zlepšení optické kvality v oblasti plnicích trysek.

3.3 C sloupek - limuzína Škoda Superb B6 SK461

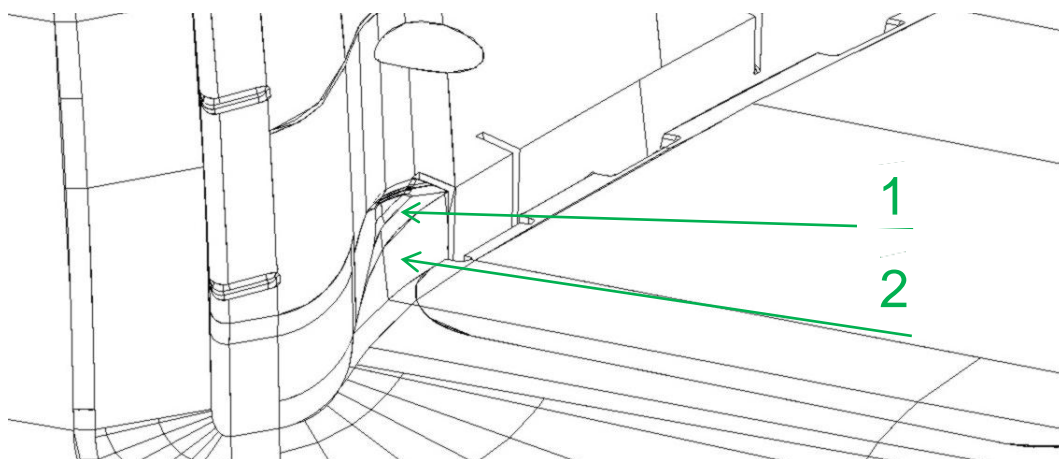
Ačkoliv tato forma má koncepci napínání dekoru velmi obdobnou jako u B sloupku, nejsou zde tak velké obtíže s optickými vadami, díky mnohem méně tvarově komplikovanému (placatějšímu) tvaru výstřiku C sloupku (Obr. 3.20) z čehož vyplývají nepoměrně menší nároky na správné napnutí dekoru ve formě. Avšak i zde jsou k nalezení neduhy typu protékání plastu skrze dekor výstřiku. Únik hydraulického oleje do vodních chladicích okruhů formy, který je problém pro celý závod v podobě znečištění vodních zásobníků olejem, mající přímý důsledek v rychlém poškozování membrán chladicího zařízení, tím pádem velkému navýšení potřeby servisních zásahů a s tím

The figure consists of two wireframe diagrams of a ship hull. The left diagram is a plan view (top-down) showing the hull's cross-section. It includes various structural components labeled with numbers and text. A coordinate system is shown with X and Y axes. The right diagram is a side view (profile) of the hull, showing its length and depth. It also includes a coordinate system with X and Y axes. Both diagrams are rendered in a wireframe style, showing the internal structure of the hull.

3.3.1 Protékání plastu skrze dekor

Nejvhodnější řešení by bylo změnit design pohledové A plochy na velké rádiusy s otevřenými tvary, samozřejmě v tuto chvíli je takováto změna již absolutně neakceptovatelná.

33



Obr. 3.21: Změna B plochy na C sloupku limuzína [2]

1-Nový design, 2-Původní design

3.3.2 Únik hydraulického oleje

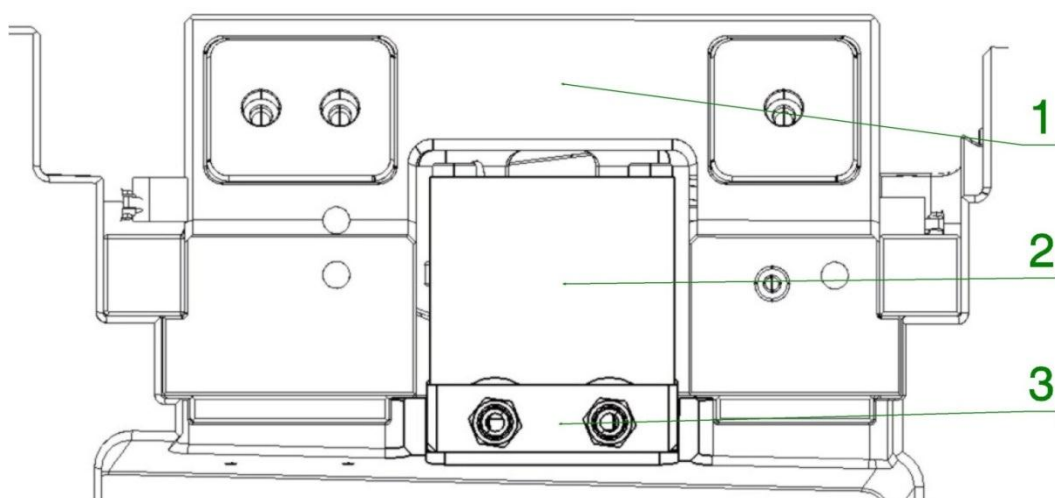
Únik hydraulického oleje z okruhu hydraulických čelistí do vodních chladících okruhů formy je zapříčiněn protnutým vrtáním hydraulických a vodních okruhů v pevné polovině formy, kde pro jejich vzájemné utěsnění jsou použity roztemované měděné tyčky v technologické části vrtání. Řešení je nedostatečné hlavně z důvodu velkých rozdílů tlaků mezi okruhy. V chladících okruzích je standardně tlak 5-6 barů, zatímco v hydraulických okruzích je standardně tlak okolo 200 barů a ve „špičce“ dosahuje až 315 barů. Z této skutečnosti jasně vyplývá únik oleje do vody, nikdy však opačně.

Varianta vyvrtání nových hydraulických okruhů přímo do komponentů formy nepřichází v úvahu z důvodu nedostatku místa pro nové vrtání a dále neřešení danou problematiku, kde by problém s roztemovanými měděnými tyčkami setrval.

Varianta přestružení otvorů v technologické části a nově roztemovanými měděnými tyčkami není úplně vhodné řešení, hlavně z důvodu reálné hrozby nevyřešení problematiky a dále protnutých míst je mnoho v některých případech se špatnou dostupností.

Vhodné řešení by bylo použitím takzvaného „by-passu“ (Obr. 3.22). Současné hydraulické okruhy pro čelisti vyvrtané v komponentech formy úplně vyřadit z provozu. Na místo toho zhotovit pod hydraulické válce rozvodné bloky umístěné v nově vyfrézovaných kapsách v desce tvárníků z důvodu nutné výškové úspory aby se hydraulický válec nedostal do kolize

s čelistí. Z rozvodných bloků pod válci vyvést hydraulické okruhy externě armaturami okolo formy s podmínkou zákrytu pod upínacími deskami do sběrného bloku. Oba okruhy pro dvě čelisti se spojí v jeden ve spodní oblasti formy u upínací desky pod hydraulickými konektory pro horký rozvaděč plastu.



Obr. 3.22: By-pass na C sloupku limuzína [2]

1-Čelist, 2-Hydraulický válec, 3-Nový rozvodný blok oleje

3.4 Dekory

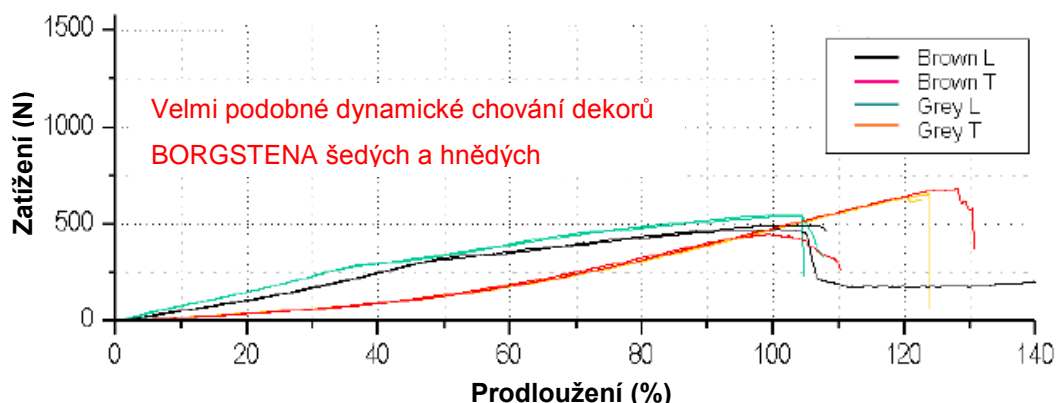
Zde se zaměříme na dekory s tkanou textilií zpracovávaný na sloupkách Škoda Superb B6 SK461. Jeho fyzickým odzkoušením testem napětím a testem vstřikováním ve spirálové formě, při různých podmínkách testování, od různých dodavatelů, s výstupem pro odstranění optických defektů hlavně pro pomerančovou kůru, vrásky a k optimalizaci technické specifikace pro dodavatele dekoru.

3.4.1 Testy tahem

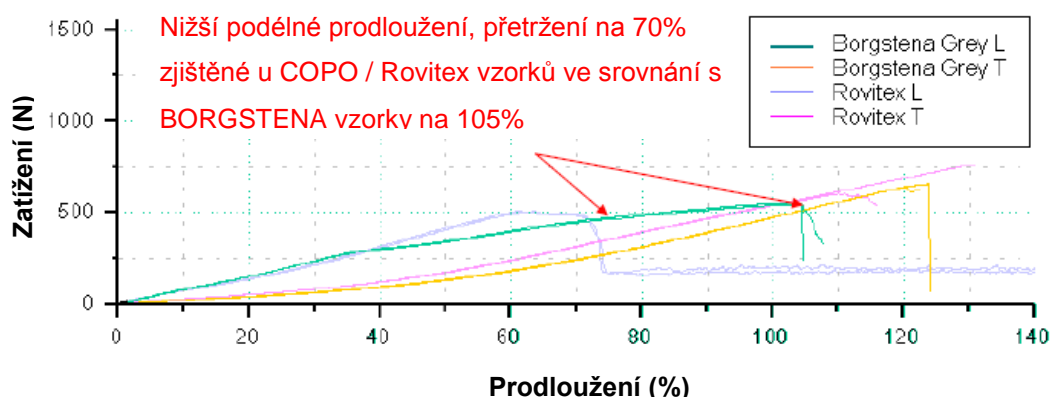
Testem tahem se běžně měří ustřižený formát z dodané role dekoru jako přijímací test a k určení jeho zpracovatelské šarže. Obecně pro zpracovávání dekoru v technologii zadního vstřikování platí, čím vyšší

podélná a příčná tažnost dekoru, tím je nižší výskyt optických defektů, jako jsou vrásky a proteklý plast skrz dekor při samotném procesu zpracování.

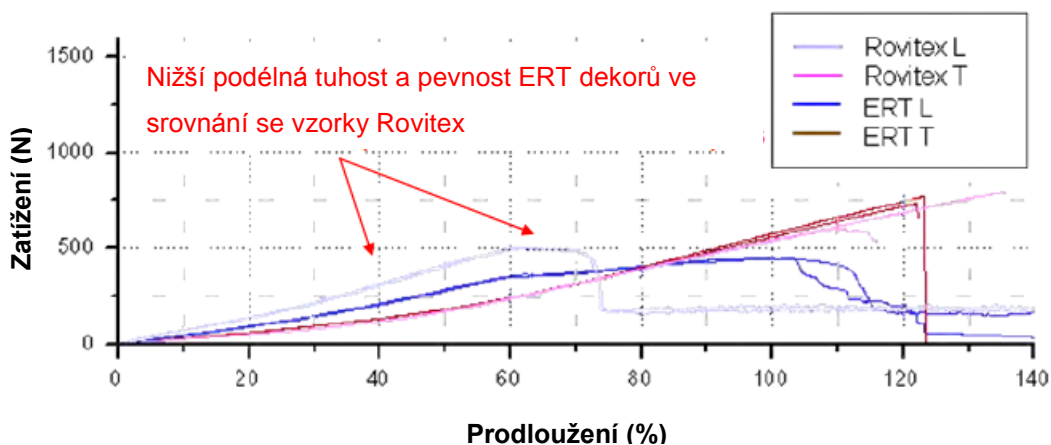
Testy tahem (Obr. 3.26) byly provedeny na vzorcích dodaných dodavateli: Borgstena, Copo-Rovitex a ERT. Postup testování byl dle normy ISO13934, kde se zkoumala závislost zatížení na prodloužení dekoru s výsledky (Obr. 3.23), (Obr. 3.24), (Obr. 3.25).



Obr. 3.23: Výsledky testů napětím od výrobce Borgstena [2]



Obr. 3.24: Výsledky testů napětím od výrobců Borgstena a Copo-Rovitex [2]



Obr. 3.25: Výsledky testů napětím od výrobců Copo-Rovitex a ERT [2]



Obr. 3.26: Ukázka vzorků testovaných tahem [2]

3.4.2 Test vstřikování ve spirálové formě

Testy byly provedeny na vzorcích dodaných dodavateli: Borgstena, Copo-Rovitex a ERT. Postup testování (Obr. 3.27) byl vstřikováním ve spirálové formě se dvěma PP materiály. SABIC CX02 (MFI=15) & BOREALIS BJ356MO (MFI=100), při teplotách 180°C/230°C a rychlostech vstřiku 5/15/60/120 mm/s, kde se zkoumala závislost na objevování optických defektů na dekoru s výsledky (Tab. 3.1), (Tab. 3.2), (Tab. 3.3).



Obr. 3.27: Ukázka vzorků testovaných vstřikováním ve spirálové formě [2]

3.4.3 Defekty pomerančového povrchu a vrásek

Jak prokázaly provedené testy, defekt pomerančové kůry na výrobku je ovlivněn několika vstřikovacími parametry: teplotou taveniny, rychlostí vstřikování a dotlakem. Prostřednictvím použití spirálové vstřikovací formy se

zkoumala citlivost každého vstřikovacího parametru s cílem nalézt vhodné procesní okno a vyhnout se nežádoucí optické vadě pomerančové kůry.

Lepší výsledky pro všechny druhy dekorů lze dosáhnout při vysokých teplotách taveniny (230°C) a nízkou vstřikovací rychlostí (15 mm/s). Naopak nejhorší výsledky byly dosaženy při nízké teplotě taveniny (180°C) a vysoké vstřikovací rychlosti (60 mm/s). Stejně výsledky byly dosaženy u obou materiálů PP s velmi odlišným indexem toku. Z čehož jasně vyplývá, že viskozita vstřikovaného materiálu má jen malý vliv na defekt pomerančové kůry. Dále vzorky různých dekorů vstřikované při vysoké teplotě formy (80°C), vykazují mnohem lepší vzhled, než ty samé vzorky vstřikované při nízké teplotě formy (40°C). Jako velmi užitečný se ukázal vysoký dotlak snižující, či dokonce eliminující pomerančovou kůru. Přestože defekt pomerančové kůry je citlivý na vstřikovací parametry, nelze optimální zpracovatelské okno nastavit pouze podle nich. Musejí se vzít na zřetel také deformace výstřiku, optimální krystalinita, nízký hospodárný čas cyklu, problematika protékání plastu skrz dekor a další. Proto je potřeba také zapracovat na parametrech a technické specifikaci dekoru, tak aby se snížila nebo úplně eliminovala pomerančová kůra.

Tab. 3.1: Výsledky testů vstřikování ve spirálové formě od výrobce Borgstena [2]

Číslo vzorku	Dekor	Materiál	MFI	Vstřikovací teplota	Teplota formy	Rychlost vstřikování	Pomerančová kůra (0-10)	Poznámka
01	BORGSTENA-Ivory	CX-02	15	180	40	15	5	Pomerančová kůra
02	BORGSTENA-Ivory	CX-02	15	180	40	60	5	Pomerančová kůra
03	BORGSTENA-Ivory	CX-02	15	230	40	15	10	Dobrý
04	BORGSTENA-Ivory	CX-02	15	230	40	60	8	Proteklý plast
05	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	40	15	5	Pomerančová kůra
06	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	40	60	4	Pomerančová kůra
07	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	230	40	15	10	Dobrý
08	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	230	40	60	9	Proteklý plast
09	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	40	5	5	Pomerančová kůra
10	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	40	120	3	Pomerančová kůra
11	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	80	15	9	Dobrý
12	BORGSTENA-Ivory	BJ356	100	180	80	60	5	Pomerančová kůra

Tab. 3.2: Výsledky testů vstřikování ve spirálové formě od výrobce ERT [2]

Číslo vzorku	Dekor	Materiál	MFI	Vstřikovací teplota	Teplota formy	Rychlost vstřikování	Pomerančová kůra (0-10)	Poznámka
13	ERT-Ivory	CX-02	15	180	40	60	5	Pomerančová kůra a vrásky
14	ERT-Pearlgrau	CX-02	15	180	40	60	5	Pomerančová kůra a vrásky

Tab. 3.3: Výsledky testů vstřikováním ve spirálové formě od výrobce Rovitex [2]

Číslo vzorku	Dekor	Materiál	MFI	Vstřikovací teplota	Teplota formy	Rychlost vstřikování	Pomerančová kůra (0-10)	Poznámka
15	ROVITEX-Pearlgrau	CX-02	15	180	40	15	5	Pomerančová kůra
16	ROVITEX-Pearlgrau	CX-02	15	180	40	60	5	Pomerančová kůra
17	ROVITEX-Pearlgrau	CX-02	15	230	40	15	10	Dobrý
18	ROVITEX-Pearlgrau	CX-02	15	230	40	60	8	Dobrý
19	PROVITEX-R02	CX-02	15	180	40	15	2	Natažený rastr
20	PROVITEX-R02	CX-02	15	180	40	60	0	Natažený rastr
21	PROVITEX-R02	CX-02	15	230	40	15	3	Natažený rastr
22	PROVITEX-R02	CX-02	15	230	40	60	3	Natažený rastr
23	PROVITEX-R04	CX-02	15	180	40	15	1	Natažený rastr a vrásky
24	PROVITEX-R04	CX-02	15	180	40	60	1	Natažený rastr a vrásky
25	PROVITEX-R04	CX-02	15	230	40	15	2	Natažený rastr a vrásky
26	PROVITEX-R04	CX-02	15	230	40	60	2	Natažený rastr a vrásky
27	PROVITEX-R06	CX-02	15	180	40	15	3	Natažený rastr
28	PROVITEX-R06	CX-02	15	180	40	60	4	Natažený rastr
29	PROVITEX-R06	CX-02	15	230	40	15	8	Natažený rastr
30	PROVITEX-R06	CX-02	15	230	40	60	8	Natažený rastr
31	PROVITEX-R08	CX-02	15	180	40	15	6	Pomerančová kůra
32	PROVITEX-R08	CX-02	15	180	40	60	6	Pomerančová kůra
33	PROVITEX-R08	CX-02	15	230	40	15	10	Dobrý
34	PROVITEX-R08	CX-02	15	230	40	60	9	Dobrý
35	PROVITEX-R10	CX-02	15	180	40	15	7	Vrásky
36	PROVITEX-R10	CX-02	15	180	40	60	7	Vrásky
37	PROVITEX-R10	CX-02	15	230	40	15	9	Vrásky
38	PROVITEX-R10	CX-02	15	230	40	60	9	Vrásky
39	PROVITEX-R02	BJ356	15	180	40	15	2	Pomerančová kůra
40	PROVITEX-R02	BJ356	15	180	40	60	2	Pomerančová kůra
41	PROVITEX-R02	BJ356	15	230	40	15	10	Dobrý
42	PROVITEX-R02	BJ356	15	230	40	60	8	Dobrý
43	PROVITEX-R08	BJ356	15	180	40	15	6	Pomerančová kůra
44	PROVITEX-R08	BJ356	15	180	40	60	5	Pomerančová kůra
45	PROVITEX-R08	BJ356	15	230	40	15	10	Dobrý
46	PROVITEX-R08	BJ356	15	230	40	60	10	Dobrý

Použitím spirálové vstřikovací formy se zkoumal vliv vzorků dekorů na vadu pomerančové kůry, kde se provedlo porovnání různých dekorů dodaných společnostmi Borgstena, Copo-Rovitex a ERT. Nejlepší výsledky byly dosaženy se vzorky vyrobených prostou laminací. Na základě těchto analýz z testů vše poukazuje, že defekt pomerančové kůry se objevuje při vstřiku a je propojený s distribucí a typem adhezní vrstvy dekoru použité při laminaci. Pro snížení nebo úplnou eliminaci vady pomerančové kůry by bylo vhodné postupovat při výrobě dekoru následovně: Řízeným dávkováním adhezní vrstvy. Rovnoměrným rozložením adhezní vrstvy. Výběrem typu adhezní vrstvy s nízkou teplotou tání aby se snížila citlivost adhezní vrstvy na

vstřikovací parametry, vedoucí všude k homogenní vrstvě, neovlivněné nerovnoměrným rozložením tlaku a teploty při vstřiku. Specifikací materiálu, který zaručí správné laminování, například zadáním spodní a horní hranice adheze mezi textilií a bariérou, nikoliv pouze spodní hranice.

Defekt vrásek na výrobku je spojený s taháním materiálu při vstřikovacím procesu. Ve spirálové vstřikovací formě se zaznamenaly podobné vady vrásek jako na sloupcích. Tento druh optické vady je způsoben taháním, je velmi citlivý na vstřikovací parametry, ale také na parametrech dekoru, protože bylo zaznamenáno také nahodilé objevování defektu na dekoru při stejných parametrech vstřikování.

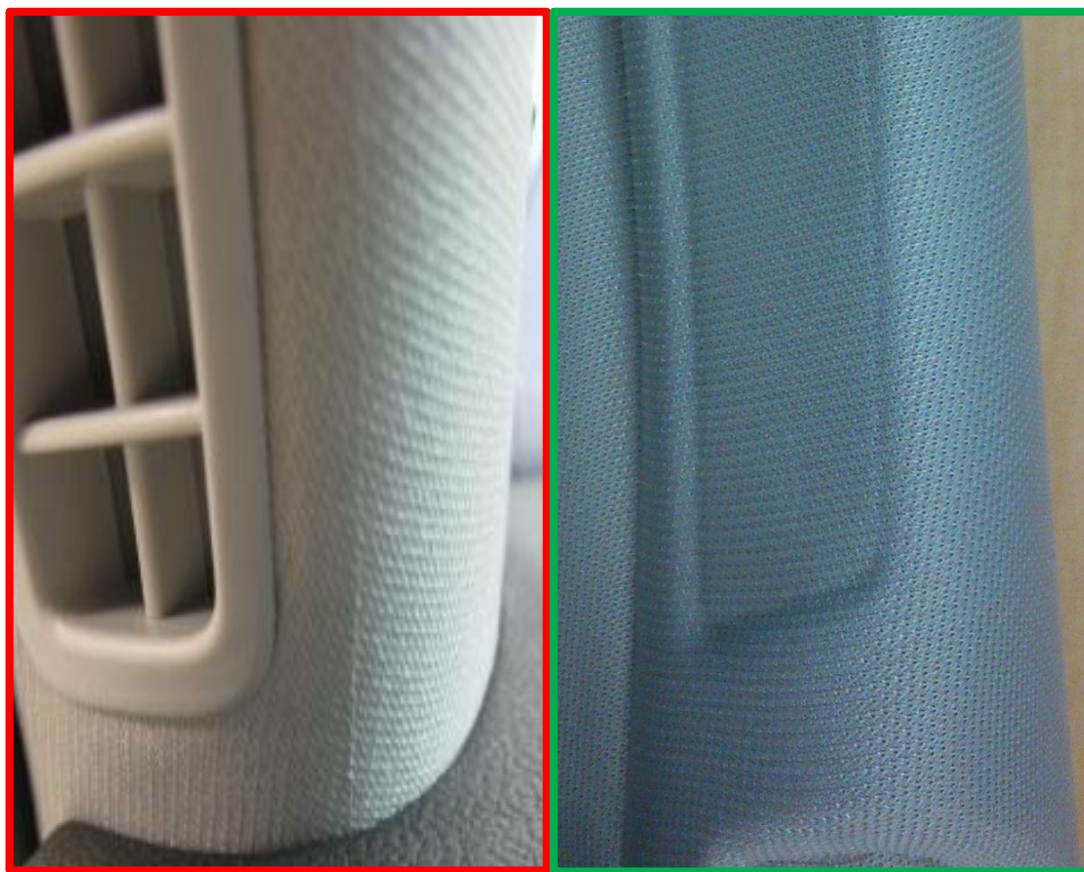
4 ROZBOR ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

4.1 A sloupek Škoda Superb B6 SK461

Pro problematiku dělicí roviny (Obr. 4.28) na pohledové A ploše u A sloupku, byly aplikovány dosedací neboli vymežovací destičky v čelistech. Řešení výrazně zlepšilo situaci ve chvílích, kdy již dělicí rovina mezi čelistí a tvárnici nebyla kvalitativně akceptovatelná a tudíž se musela opravovat. Před provedenou úpravou se opravovala dělicí rovina všelijakým dovážením, přebroušováním a dalším lícováním čelistí a tvárnic v tvarové dutině. Po úpravě se v první řadě čelist nejprve znovu vymezí skrze dosedací a kluzné destičky jejich zbroušením či podložením, kde se získá optimální poloha čelisti z níž vzejde lepší kvalita dělicí roviny. Teprve, když z prvního kroku převymezení nevzejde vyhovující kvalita dělicí roviny, tak teprve poté se přistupuje k dovážením, přebroušováním a dalšího lícování čelistí a tvárnic v tvarové dutině. Jen pro zajímavost vypodložení dosedací destičky planžetou o 0,025mm znamená ohromný rozdíl v konečné kvalitě dělicí roviny výstřiku. Zejména s přihlédnutím k velkému průhybu formy viz níže a také faktu, že když se perfektně dolícuje dělicí rovina mezi čelistí a tvárnici (perfektně navazuje), tak ještě není vyhráno z důvodu již zmíněného průhybu formy bude všechno jinak, protože se čelist pohne do malinko jiné polohy.

Z uvedeného vyplývá hlavní přínos úpravy tkví v: snadnější, rychlejší, méně rizikové opravě dělicí roviny a v její delší trvanlivosti. Rychlost opravy formy v sériové produkci je poměrně zásadní věc, protože přímo souvisí s velikostí předzásoby dílů pro pravidelné dodávky zákazníkovi dle odvolávek. Předzásoba dílů přímo souvisí s vynaloženými finančními prostředky, kde se stoupající délkou předzásoby rostou náklady na ni exponenciálně z důvodů omezeného obalového materiálu a skladovacích prostor. Menší riziko opravy má také přímý vliv na velikost předzásoby, protože při nezdaru opravy na poprvé je rychlejší a mnohem snadnější destičky pouze přepodložit či při velkých problémech se vrátit úplně k původnímu nastavení, což před provedením úpravy nebylo možné.

Pro problematiku nedostatečné tuhosti nástroje se použila levnější a méně riskantní varianta, tkvící v podobě přidání nosných podpěr, také z důvodu časové tísně, kde pod nátlakem se zákazník dožadoval okamžitého zlepšení dělicí roviny pohledové A plochy. Úprava přinesla ohromné zlepšení hlavně v okrajové oblasti formy, kde dle úchylkoměru je současný průhyb 0,02mm z původního 0,13mm, který je poměrně normální a přijatelný průhyb u nástrojů takovýchto velikostí. Problém průhybu uprostřed formy však setrvává i nadále pouze s mírným zlepšením v porovnání se stavem před úpravou, dle plnicích trysek. Bohužel průhyb uprostřed formy je zásadnější pro čelisti potažmo kvalitu dělicí roviny. Po odzkoušení nástroje se ukázalo řešení jako nedostatečné z důvodu pouze mírného zlepšení kvality dělicí roviny, z čehož vyplývala potřeba i nadále pracovat na úpravách formy.



Obr. 4.28: Kvalita dělicí roviny A sloupku mezi čelistí a tvárnici, před a po úpravách na nástroji [2]

Jak bylo zmíněno, úpravy na této formě byly prováděny pod nátlakem zákazníka v časové tísní. Proto se muselo přistoupit k rychlému nouzovému řešení v instalaci vymezovacích destiček ze spodní strany napínací lišty

dekoru. Úprava přinesla nevídaný úspěch, od začátku projektu proklínaná dělicí rovina nebyla takřka viditelná. Jedinou tíživou otázkou bylo, jak dlouho takovéto řešení vydrží. Jsou tomu dva roky od provedení úpravy, kde řešení je stále plně funkční aniž by se projeвили obávané nežádoucí účinky v podobě vydírání dělicí roviny či jiné únavy materiálu z cyklického prohýbání částí nástroje.

4.2 B sloupek Škoda Superb B6 SK461

Pro problematiku dělicí roviny na pohledové A ploše B sloupku (Obr. 4.29), byly aplikovány dosedací neboli vymežovací destičky v čelistech jako na A sloupku, s obdobnými přínosy a úspěchy jako na již popsaném A sloupku.



Obr. 4.29: Kvalita dělicí roviny B sloupku mezi čelistí a tvárnici, před a po úpravách na nástroji [2]

Problematika zastaralé koncepce napínání dekoru B sloupku se nejvíce projevila při změně technické specifikace dodávaného dekoru (zvýšená tolerance pro dodávky), při níž prudce narostla zmetkovitost produkce v průměru okolo 25% oproti povolené 5% hranici, vinou optických vad A plochy jako vrásky (Obr. 4.30) a proteklý plast skrz dekor (Obr. 4.31). Spoustu dodaných šarží dekoru bylo zablokováno ve skladu a označeno jako nezpracovatelné, protože při jejich zpracovávání v některých případech dosahovala zmetkovitost 100%. Úpravy na nástroji se prováděli postupně po

krocích, převážně z časových důvodů a problematiky vyrobit dostatek dílů do předzásoby pro odstavení a práci na nástroji delší dobu.

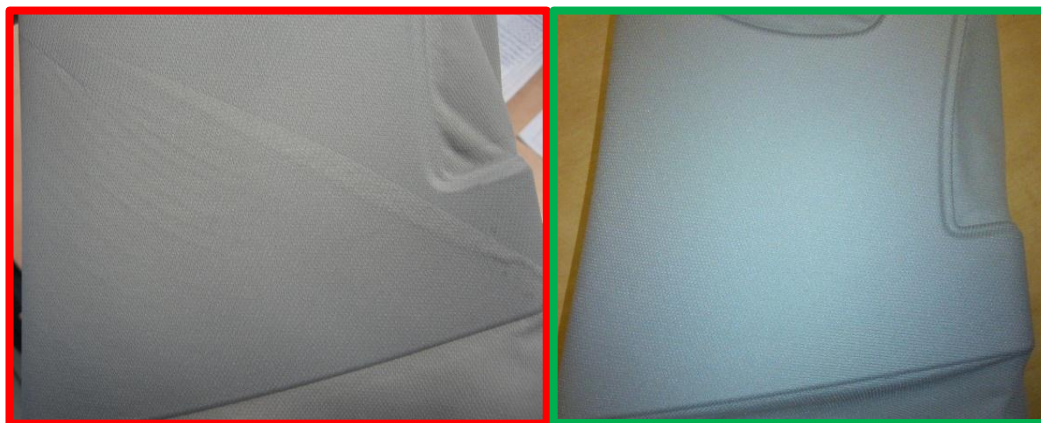
Krok 1: Do nástroje byly aplikovány plynové pružiny pod napínací lišty dekoru a zrušili se napínací jehly po stranách tvarových dutin.

Krok 2: Prodloužili se napínací lišty dekoru pod úroveň tvarových dutin, osadili se výškově nastavitelnými napínacími kameny a zbývající jehly v nástroji se unifikovali do formátu podstavce s výměnným hrotem. V tomto kroku se také začal zpracovávat zablokovaný dekor, kterého bylo ohromné kvantum na skladě, aniž by se zvýšil procentuální podíl zmetkovitosti.

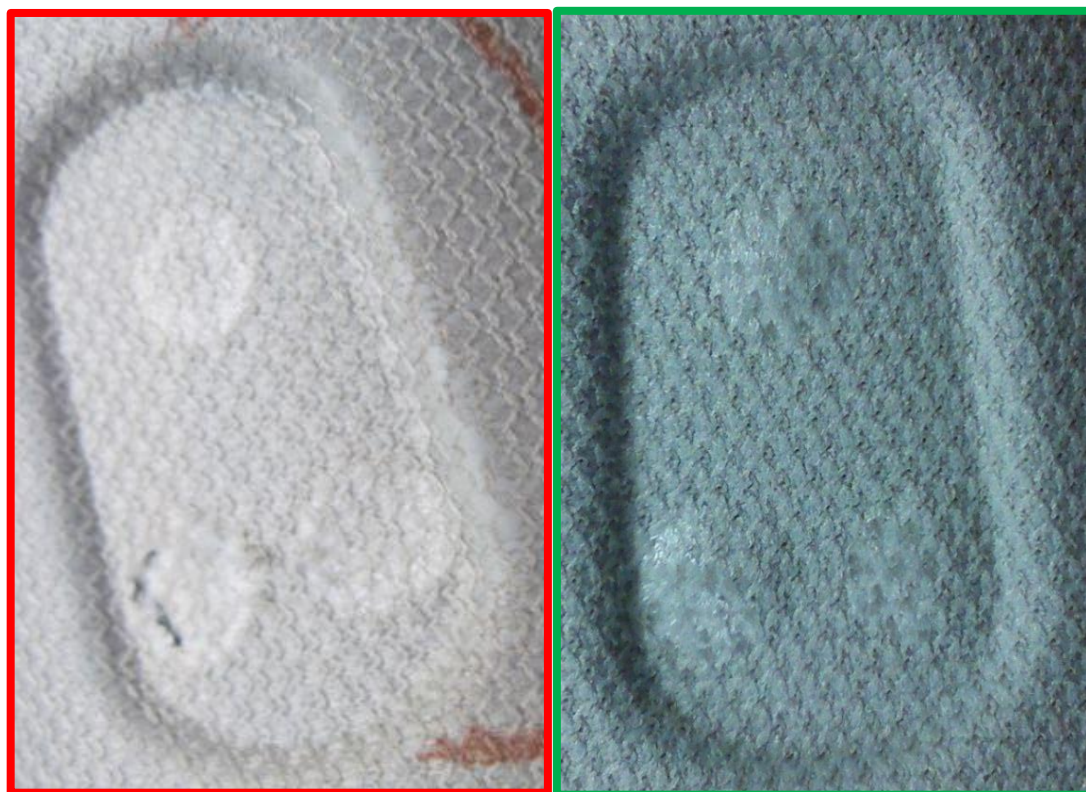
Krok 3: Zoptimalizovala se délka zdvihu napínacích lišt dekoru. Z důvodu občasné se vyskytující deformace výstřiku. Dále se instalovaly výškově nastavitelné třecí napínací destičky dekoru na horní čelisti z boku.

Krok 4: Změny se týkali již pouze robota (chapadla), konkrétně části pro zakládání nového dekoru do formy. Změnila se konfigurace rozložení chapadla. Na chapadlo se aplikovaly nové odpružené jehličkové unašeče dekoru.

I když se nepodařila úplně vymýt zmetkovitost, přesto výsledky byly velmi dobré. Podařilo se stabilizovat produkci na formě a naplnit 5% cíl zmetkovitosti. Zmetkovitost se v dlouhodobém měřítku ustálila na hodnotě okolo 2,5%, zahrnující rozjezdové kusy i díly vyhození z jiných příčin jako například nedolitý kus. Začal se zpracovávat dekor, který byl dříve zablokovaný ve skladu a označený za nezpracovatelný nebo s velmi vysokou zmetkovitostí. Na formě se nyní může spustit produkce kdykoliv i v noci, dříve to bylo nemožné kvůli zvýšenému dozoru nad formou, čili produkcí pouze na ranní směně někdy s podporou technologa při rozjezdu.

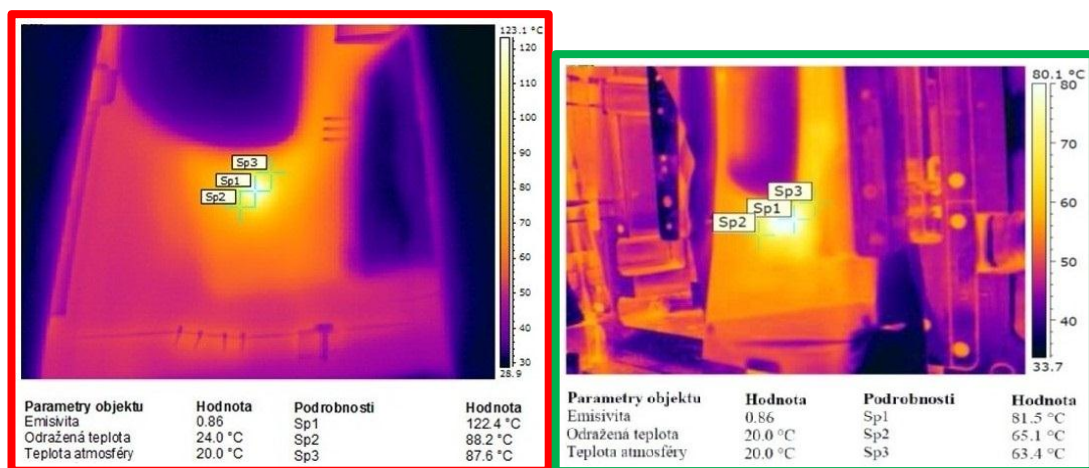


Obr. 4.30: Vrásky na B sloupku, před a po úpravách na nástroji [2]



Obr. 4.31: Proteklý plast na B sloupku, před a po úpravách na nástroji [2]

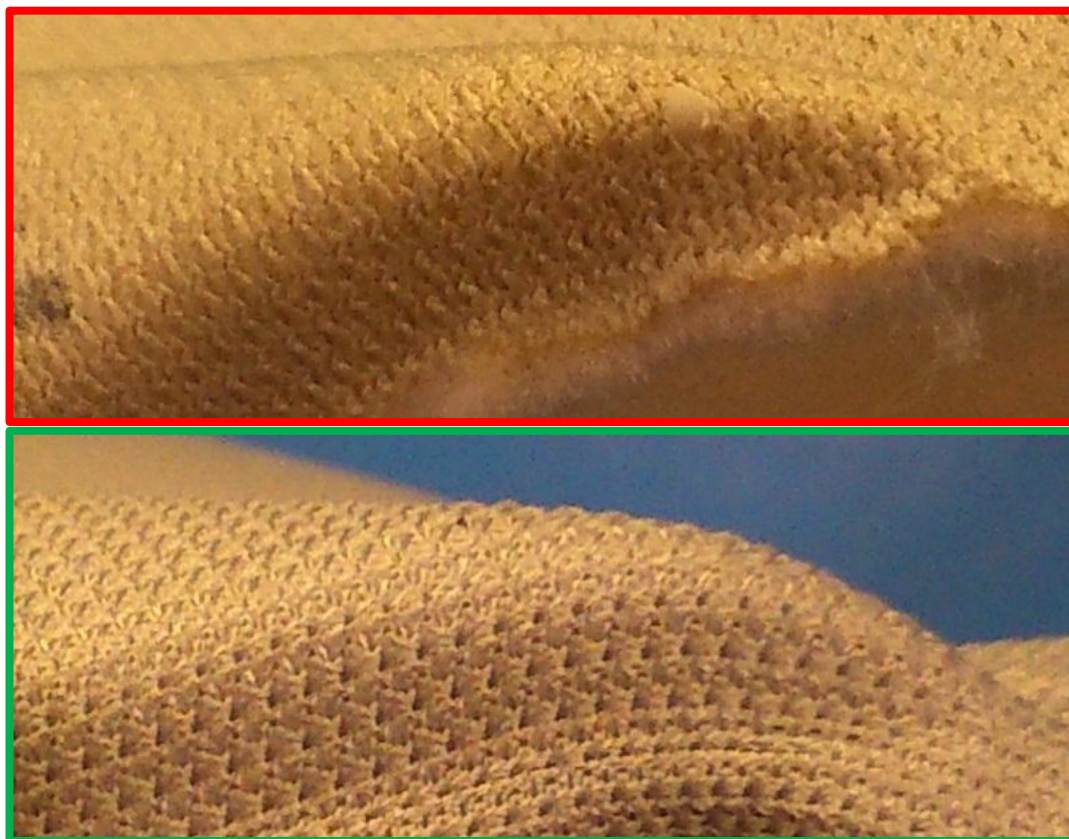
Takzvaný „sluníčkový efekt“ (Obr. 4.32) se řešilo zvětšením průměru a délky vedení ústí plnicích trysek. Dosáhlo se jednak opravy otvoru do požadované přesnosti s příslušnou drsností. Dále zvětšení styčné plochy, hlavně protože byl otvor z neznámých důvodů odlehčen (zvětšený průměr) z druhé strany do určité hloubky. Zvětšení styčné plochy otvoru s ústím trysky má přímý důsledek ve zvýšení odvodu teploty z inkriminovaného místa, kde dříve materiál degradoval kvůli příliš vysoké teplotě. Řešení sice nedokáže plně nahradit samostatné chlazení okolo trysek, ale v tomto případě se prokázalo jako dostatečné k eliminaci nežádoucí optické vady „sluníčkového efektu“. Se zásluhou také díky tvárníku vyrobeného z CuBe neboli z Moldmaxu LH, který je charakteristický svou dobrou tepelnou vodivostí a to, při teplotě 200°C je $160 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.



Obr. 4.32: Teploty ústí vtoku na B sloupku, před a po úpravách na nástroji [2]

4.3 C sloupek - limuzína Škoda Superb B6 SK461

Protékání plastu na C sloupku (Obr. 4.33) skrze dekor ve špičce spodní zadní oblasti výstřiku se řešilo zhotovením výstupku na špičce tvárníku pevné poloviny formy. Řešení bylo úspěšné, při čemž se snížila zmetkovitost a eliminovala se pohledová vada dílu.



Obr. 4.33: Proteklý plast na C sloupku limuzína, před a po úpravách na nástroji [2]

Únik hydraulického oleje do vodních chladících okruhů formy se řešilo použitím „by-passu“ na pevné polovině formy. Nadále již nedochází k další kontaminaci vody olejem. Úplné vyčištění již kontaminovaných vodních zásobníků, chladících zařízení a všech rozvodů k jednotlivým strojům od oleje je běh na dlouhou trať. Po provedení úpravy na nástroji proběhla kompletní výměna vody, čištění systému jak mechanicky proplachem, tak chemickým čištěním, jako obvykle procedura provádějící se po určité periodě. Před provedenou úpravou byla voda úplně mastná, na stěnách nádrží a na hladině vody byla olejová vrstva. Po úpravě a vyčištění nastalo razantní zlepšení v kvalitě vody, i když olejová příměs zcela nezmizela, z důvodu zbytkové kontaminace olejem po vyčištění. Dle servisního technika revidující kvalitu vody v závodě každý měsíc, zaznamenává snižující se tendenci znečištění vodních zásobníků. Ale i po více než roce od provedené opravy formy ještě nejsou zcela dekontaminovány vodní zásobníky. I přes zbytkový olej ve vodním systému již nedochází k rychlému poškozování membrán chladícího zařízení, které bylo hlavním důvodem opravy nástroje.

5 ZÁVĚR

Automobilový průmysl je v dnešní době nejdůležitějším průmyslovým odvětvím zejména v rozvinutých zemích světa. Proto v úvodu bakalářské práce je seznámení s firmou Grupo Antolin, která působí jako dodavatel interiérových dílů pro automobilový průmysl nejrozličnějších značek po celém světě.

V první části práce probíhá seznámení s technologií, zejména se vstřikováním plastů, kterou rozšiřuje na zadní vstřikování plastů, o které pojednává bakalářská práce v různých aspektech.

V druhé části se práce zabývá analýzou projektu Škoda Superb B6 SK461 a jeho problematických forem zadního vstřikování sloupků A, B a C limuzína. U každé formy jsou nejprve identifikovány jednotlivé nešvary, na které jsou navrženy různé návrhy řešení. V návrzích řešení je rozebráno jak postupovat při jejich případné realizaci opravy, také jejich očekávané přínosy, včetně případných rizik s nimi spojených. U návrhů nechybí ani vizuální zobrazení na skicách. Většina oprav na formách je zejména za účelem eliminace optických vad na jednotlivých produkovaných dílech. Analýze byly podrobeny i zpracovávané dekory na projektu Škoda Superb B6 SK461 od výrobců Borgstena, Copo-Rovitex a ERT. Dekory byly v této části testovány jednak tahem, kde se zkoumala závislost zatížení na prodloužení. Dále testem vstřikováním ve spirálové vstřikovací formě, kde se zkoumala závislost vstřikovacích parametrů na objevení optických vad. V těchto testech se objasnilo, jak vznikají nežádoucí optické vady na pohledových plochách výrobků jako defekt pomerančové kůry a vrásek. Také zde vzešlo hlavní doporučení pro zpřesnění specifikací materiálu u dekorů, který zaručí správné laminování, například zadáním spodní a horní hranice adheze mezi textilií a bariérou, nikoliv pouze spodní hranice.

V poslední části práce se zhodnocují vybrané, již zhotovené opravy na nástrojích. V popisu jsou uvedeny přínosy nejen z kvalitativního hlediska defektů, ale také přínosy v podobě vyšší výdrže formy a snadnější případné opravy nástroje. Mimo jiné je zde k porovnání vizuální zobrazení kvalitativního stavu výstřiků před a po provedených opravách, kde jsou

nesporně patrné výsledky zlepšení defektů, které byly hlavními důvody oprav. Konkrétně na A sloupku to byla úspěšná oprava dělících rovin. Na B sloupku eliminace optických defektů jako: viditelné dělící roviny, vrásky, proteklý plast skrz dekor, sluníčkový efekt a stabilizace výrobního procesu se snížením zmetkovitosti z 25% na 2,5%. Na C sloupku limuzína se úspěšně opravili závady protékání plastu skrz dekor v inkriminovaných špičkách a zamezení kontaminace vodních okruhů olejem.

Všechny zde uvedené zjištění, zlepšení, zkoušení a výstupy se mohou použít jako podklady pro další nové lepší vstřikovací formy zadního vstřikování. Například pro nástupcové nástroje nové generace Škody Superb, pro který bude i nadále Turnovský závod Grupo Antolin dodávat interiérové díly v podobě sloupků. I ve spojení s tímto faktem by to mohlo být zajímavé téma pro další diplomovou práci.

LITERATURA

- [1] LENFELD, P.: *Technologie II (Zpracování plastů)* – KSP, fakulta strojní, TU v Liberci, 2005
- [2] Interní materiály firmy Grupo Antolin
- [3] HANUŠ: *Netkané textilie* – KNT, fakulta textilní, TU v Liberci, 2012
- [4] ŠPÁNKOVÁ, J.: *Úvod do technologie pletení* – KTT, fakulta textilní, TU v Liberci, 2012
- [5] BĚHÁLEK, L.: *Reologie tavenin termoplastů v průmyslové praxi* – KSP, fakulta strojní, TU v Liberci
- [6] LENFELD, P.: *Zvyšování užitečných vlastností PP pomocí pletenin* – KSP, fakulta strojní, TU v Liberci, 2009

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

3.1.2014

Podpis

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact, in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

3.1.2014

Signature